

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – CAMPUS SERTÃO
EIXO TECNOLÓGICO
ENGENHARIA CIVIL

CECÍLIA VIEIRA MOREIRA

**ANÁLISE DA CONFIABILIDADE DE FUNDAÇÕES POR ESTACAS DO TIPO
HÉLICE CONTÍNUA ATRAVÉS DA PREVISÃO DA CAPACIDADE DE CARGA
POR MÉTODOS SEMI-EMPÍRICOS**

DELMIRO GOUVEIA

2019

CECÍLIA VIEIRA MOREIRA

**ANÁLISE DA CONFIABILIDADE DE FUNDAÇÕES POR ESTACAS DO TIPO
HÉLICE CONTÍNUA ATRAVÉS DA PREVISÃO DA CAPACIDADE DE CARGA
POR MÉTODOS SEMI-EMPÍRICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia Civil, pela universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão, como pré-requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: MSc. Alverlando Silva Ricardo

DELMIRO GOUVEIA

2019

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus Sertão
Sede Delmiro Gouveia

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza – CRB-4/2209

M838s Moreira, Cecília Vieira

Análise da confiabilidade de fundações por estacas do tipo hélice contínua através da previsão da capacidade de carga por métodos semi-empíricos / Cecília Vieira Moreira. – 2019.

102 f. : il.

Orientação: Prof. Me. Alverlando Silva Ricardo.

Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2019.

1. Dimensionamento. 2. Fundações. 3. Estaca hélice contínua. 4. Análise de confiabilidade. 5. Falhas. 6. Métodos semi-empíricos. I. Título.

CDU: 624.012.45

Folha de Aprovação

CECÍLIA VIEIRA MOREIRA

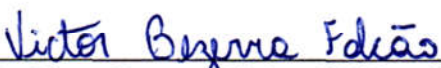
**ANÁLISE DA CONFIABILIDADE DE FUNDAÇÕES POR ESTACAS DO TIPO
HÉLICE CONTÍNUA ATRAVÉS DA PREVISÃO DE CAPACIDADE DE CARGA
POR MÉTODOS SEMI-EMPÍRICOS**


Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia Civil, pela universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão, como pré-requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: MSc. Alverlando Silva Ricardo

Banca examinadora


Prof. MSc Alverlando Silva Ricardo – UFAL – Campus do Sertão (Orientador)


Prof. MSc. Victor Bezerra Falcão – UFAL – Campus do Sertão


Prof. MSc. Salvatore Verde – UFAL – Campus do Sertão

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha gratidão infinita por todas as vezes em que me sustentou e deu-me forças para prosseguir.

À minha tia e mãe do coração, Dina Maria Moreira de Assis, pelo suporte, amor e exemplo que me tem dado por todos os dias da vida, desde quando a memória me permite lembrar.

Ao meu pai, José Alberto Moreira de Assis, que tantos sacrifícios fez em meu favor e que, em meio a limitações, sei que é o melhor pai que pode ser.

A José Gomes S. Júnior, um companheiro que Deus me deu para a vida e pretendo preservar. Sem seu apoio, suporte e confiança, bem como dos seus pais, Givanilda Gomes e José Gomes, sei o quão mais difícil seria essa caminhada. Não há como expressar tamanha gratidão.

À minha irmã, Camila Vieira de Moreira, que sempre me apoiou e confiou no meu potencial mais do que qualquer outra pessoa, de maneira que nunca saberei como retribuir e que me deu os três melhores presentes que ganhei na vida: Gabriel, Tereza e Helena.

Aos meus colegas e amigos de curso, em especial Arthur Carvalho e Lucas Araújo, que foram de grande importância acadêmica e emocional nestes anos de discência.

Ao meu professor e orientador MSc. Alverlando Silva Ricardo, que foi extremamente prestativo, atencioso e paciente. Gratidão.

A todos os meus professores da UFAL, em especial àqueles que usam de humanidade e compreensão para estabelecer relações saudáveis e construtivas com os alunos.

Por fim, à Universidade Federal de Alagoas – UFAL, pela oportunidade da graduação. Além de gratidão, tenho orgulho da minha formação nesta instituição.

RESUMO

No cenário atual, a segurança dos sistemas de fundações é pré-estabelecida através de coeficientes de segurança que devem ser aplicados durante o dimensionamento, determinados via normatização nacional. Apesar da garantia da segurança que estes fatores oferecem, sua aplicação não leva em consideração variáveis aleatórias que influenciam direta e/ou indiretamente no comportamento final do sistema. Assim, nos últimos anos, uma das ferramentas mais ascendentes aplicadas ao dimensionamento de estruturas e fundações diversas é a análise de confiabilidade. Com isto, o presente trabalho faz uma análise da confiabilidade de modelos de fundação dimensionados em estacas do tipo hélice contínua, através da verificação dos índices de confiabilidade e probabilidades de falha resultantes. A análise foi feita criando-se modelos distintos, cada um com um diâmetro específico para as estacas, sendo desenvolvidos a partir de métodos semi-empíricos da previsão da capacidade de carga, permitindo a comparação entre os mesmos. Além disso, os carregamentos iniciais foram incrementados, buscando o impacto desde aumento na confiabilidade dos sistemas mantidos com a configuração dimensionada inicialmente. Por fim, é possível verificar a influência do método de cálculo das resistências selecionado para dimensionar a fundação, do diâmetro empregado para tal e do aumento das solicitações sobre a confiabilidade dos modelos de fundação criados.

Palavras-chave: confiabilidade, probabilidade de falha, variáveis aleatórias, fundações, métodos semi-empíricos, segurança

ABSTRACT

In the actual scenario, the security of the foundations systems its pre-established through security coefficients which must be applied during the dimensioning, determining by nacional rule. Although the guaranty of safety these factors have to offer, its application doesn't lead to consider random variables that influence direct and/or indirectly the final behavior of the system. Therefore, in the last years, one of the most ascending tools for dimensioning structures and foundations is a reliability analysis. With this, the present study makes an analysis of the reliability of foundation models dimensioned in continuous flight auger, through the verification of the reliability indexes and resulting failure probabilities. The analysis was done by creating distinct models, each with a specific diameter for the piles, being developed from semi-empirical methods of the load capacity prediction, allowing the comparison between them. In addition, the initial loads were increased, seeking the impact since increased reliability of the systems maintained with the initial dimensioned configuration. Finally, it is possible to verify the influence of the calculation method of resistances selected to size the foundation, the diameter used for that and the increase of the requests about the reliability of the foundation models created.

Palavras-chave: reliability, failure probabilities, random variables, foundations, semi-empirical methods, safety

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 Curvas de densidade de probabilidade de solicitação e resistência | 24 |
| Figura 2 Planta baixa do pavimento tipo | 26 |
| Figura 3 Planta de cargas dos pilares..... | 27 |
| Figura 4 Área de influência dos resultados de SPT | 28 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 Coeficiente K (Aoki e Velloso) e razão de atrito α | 16 |
| Tabela 2 Fatores de correção F1 e F2 | 16 |
| Tabela 3 Valores do coeficiente K (Décourt-Quaresma)..... | 17 |
| Tabela 4 Valores dos fatores α e β em função do tipo de estaca e do tipo solo | 18 |
| Tabela 5 Fatores de segurança globais mínimos | 21 |
| Tabela 6 Coeficientes de ponderação (parciais) da capacidade de carga de fundações | 21 |
| Tabela 7 Dados dos pilares (projeto estrutural)..... | 27 |
| Tabela 8 Dados iniciais para o cálculo da capacidade de carga (diâmetro de 25 cm)..... | 28 |
| Tabela 9 Cálculos da capacidade de carga e carga admissível para estaca de 25 cm de diâmetro. | 29 |
| Tabela 10 estaqueamento metro a metro dos pilares P01, P02, P05 e P06 com estacas de 25 cm de diâmetro | 31 |
| Tabela 11 Definição da quantidade e profundidade das estacas por pilar. | 32 |
| Tabela 12 Capacidade de carga, carga admissível e quantidade das estacas hélice contínua.. | 35 |
| Tabela 13 Solicitações acrescidas gradativamente em 10%. | 36 |
| Tabela 14 Análise de confiabilidade dos modelos propostos..... | 37 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 Relação do índice de confiabilidade e do fator de segurança com o diâmetro - Método de Aoki-Velloso..... | 39 |
| Gráfico 2 Relação do índice de confiabilidade e do fator de segurança com o diâmetro - Método de Décourt-Quaresma. | 39 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1. Justificativa..... | 12 |
| 1.2. Objetivos | 12 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 13 |
| 2.1. Incertezas e previsão da capacidade de carga | 13 |
| 2.2. Método Aoki-Velloso | 15 |
| 2.3. Método Décourt-Quaresma | 16 |
| 2.4. Tipo de estaca objeto do estudo..... | 19 |
| 2.5. Confiabilidade e coeficientes de segurança | 20 |
| 3. METODOLOGIA | 26 |
| 3.1. Dados do estudo de caso | 26 |
| 3.2. Perfis do solo | 27 |
| 3.3. Previsão da capacidade de carga e estaqueamento..... | 28 |
| 3.4. Otimização do estaqueamento..... | 31 |
| 3.5. Modelos de análise: variação dos diâmetros | 32 |
| 3.6. Análise de confiabilidade e variação dos carregamentos..... | 33 |
| 4. RESULTADOS | 35 |
| 4.1. Capacidade de carga, carga admissível e estaqueamento | 35 |
| 4.2. Confiabilidade e variação dos carregamentos..... | 36 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 41 |
| 5.1. Sugestões para trabalhos futuros | 42 |
| REFERÊNCIAS | 44 |
| APÊNDICES | 46 |
| APÊNDICE A | 46 |
| APÊNDICE B..... | 56 |
| APÊNDICE C..... | 66 |

| | |
|---------------------|-----|
| APÊNDICE D | 71 |
| APÊNDICE E..... | 76 |
| APÊNDICE F | 81 |
| APÊNDICE G | 91 |
| APÊNDICE H | 94 |
| ANEXOS | 97 |
| ANEXO A | 97 |
| ANEXO B | 100 |

1. INTRODUÇÃO

Os projetos de dimensionamento das fundações envolvem muitas incertezas. Elas são inerentes ao projeto e estão relacionadas, principalmente, à solicitação e resistências do solo e das fundações. Essas incertezas surgem, por exemplo, da variabilidade e propriedades do solo, dos carregamentos atuantes, dos modelos de cálculos limitados e do controle de investigação do solo e de produção das fundações.

Mesmo diante de tantas variáveis, os projetos de fundações no Brasil são, MUITAS VEZES, concebidos sem considerar diretamente essas incertezas. Nesses projetos, métodos tradicionais são empregados considerando equações de estado limite ponderadas por coeficientes de segurança. Entre as metodologias mais conceituadas e aplicadas em fundações profundas, podem-se destacar os métodos de Aoki-Velloso (1975) e Décourt-Quaresma (1978), que são voltados à previsão da capacidade de estacas.

Os métodos de Aoki-Velloso (1975) e Décourt-Quaresma (1978) levam em consideração as solicitações atuantes nas estacas, o tipo de solo em que estas serão executadas/cravadas e a resistência do solo (resultante de ensaios de sondagem à percussão, *Standard Penetration Test* – SPT) para previsões das resistências de ponta e lateral dos elementos. Ainda que ambos os métodos garantam a estabilidade e segurança estrutural, é possível que a variação dos parâmetros, que governam cada um dos métodos, conceba estacas mais seguras e/ou mais econômicas que o outro modelo.

Cintra e Aoki (2010) explicam que fórmulas teóricas nem sempre fornece valores confiáveis, uma vez que existem variações reais que envolvem todo o sistema e que devem ser consideradas, pois podem ter influência decisiva na capacidade de estabilidade e segurança da edificação. Dessa forma, uma análise probabilística torna-se importante.

Uma análise probabilística aplicada às metodologias clássicas de previsão da capacidade de carga de fundações é fundamental para uma maior confiabilidade no dimensionamento e otimização de custos na execução (MONTEIRO et al., 2017).

Assim, é fácil visualizar que, ainda que haja um bom estudo geotécnico, existem incertezas ligadas às variações no perfil do solo sobre o qual se instalará o empreendimento, além de variações resultantes das diferentes metodologias empregadas no dimensionamento.

A ferramenta que permite uma análise mais rigorosa e que leva em conta as particularidades de cada projeto é a teoria da confiabilidade estrutural. A confiabilidade estrutural permite prever a probabilidade de falha de sistemas estruturais, considerando as variáveis aleatórias envolvidas no problema (LOPES, 2007).

Dessa forma o presente trabalho se propõe a analisar e comparar a confiabilidade estrutural das estacas do tipo hélice contínua, dimensionadas conforme as metodologias semi-empíricas de Aoki-Velloso (1975) e Décourt-Quaresma (1978). Para isso, uma revisão sobre as metodologias e sobre a confiabilidade estrutural é realizada na seção 2. Em seguida, no capítulo 3, são definidos os procedimentos metodológicos necessários para a obtenção e análise dos resultados, que se encontram no capítulo 4. As conclusões com a pesquisa realizada e sugestões para trabalhos futuros são expostas no capítulo 5.

1.1. Justificativa

O desenvolvimento do presente trabalho é justificado com o fato de que, ao se considerar as variáveis aleatórias nos métodos de dimensionamento de fundações (por exemplo: variação de carga, de perfil de solo, resistência estrutural, características dos materiais, etc.), o projetista possa obter previsões sobre a segurança e economia da estrutura cada vez mais precisas.

1.2. Objetivos

a) Objetivo geral

Determinar, analisar e comparar as probabilidades de falha de estacas do tipo hélice contínua dimensionadas pelos métodos clássicos de Aoki-Velloso (1975) e Décourt-Quaresma (1978).

b) Objetivos específicos

- Determinar a capacidade de carga das estacas hélice contínua, variando-se os diâmetros, através dos métodos semi-empíricos considerados neste trabalho;
- Aumentar os carregamentos em cada modelo definido;
- Calcular o índice de confiabilidade e a probabilidade de falha de cada modelo, inclusive após o incremento dos carregamentos;
- Comparar as probabilidades de falha encontradas para cada método e estaqueamento empregados;
- Calcular o coeficiente de segurança global de cada modelo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Incertezas e previsão da capacidade de carga

Nos projetos de fundações, existem incertezas relacionadas aos diversos parâmetros considerados para seu dimensionamento. Como exemplo, pode-se citar os carregamentos solicitantes, as dimensões da estrutura, os materiais empregados, as metodologias de cálculo, etc.

Segundo Hachich et al. (1998), as incertezas presentes nos projetos de fundações podem ser classificadas da seguinte forma:

- **intrínsecas:** incertezas provenientes da própria aleatoriedade dos fenômenos naturais;
- **estatísticas:** relacionadas à estimativa dos parâmetros dos modelos adotados;
- **de modelo:** quanto ao modelo adotado para descrever o fenômeno.

Uma incerteza do tipo estatística, comum no dimensionamento das fundações, é a que está relacionada com a caracterização do solo. O método mais utilizado para essa caracterização é o método SPT (*Standard Penetration Test*).

O SPT é um ensaio que consiste em fazer a cravação de um amostrador com ponta em sapata cortante no solo, permitindo que se faça o reconhecimento da medida de resistência local do maciço à medida que avança as camadas adjacentes (FONTELES, 2003).

Ainda conforme Fonteles, as sondagens de simples reconhecimento formam um instrumento básico de investigação dos solos em Engenharia de Fundações, sendo de alto poder atrativo e bastante aplicado devido à sua facilidade de execução e baixo custo.

A partir da sondagem de SPT e do tipo de solo, pode-se dimensionar fundações profundas a partir de métodos denominados semi-empíricos.

Os métodos semi-empíricos são aqueles em que as propriedades dos materiais são estimadas com base em correlações com resultados práticos (NBR 6122, 2010) e, em seguida, aplicadas às fórmulas teóricas (HACHICH et al., 1998).

Os dois métodos semi-empíricos mais utilizados para previsão da capacidade de carga são o de Aoki-Velloso e Décourt-Quaresma.

Ambos procedimentos são baseados em correlações empíricas com os resultados de ensaios *in situ* (CINTRA; AOKI, 2010), relacionados à capacidade de resistência encontrada nos ensaios de penetração e os tipos de solo encontrados – de um modo geral, argila, silte e/ou areia.

Alonso (1983) explica que os dois métodos são utilizados para prever a carga de ruptura (PR) da estaca, sendo esta a soma da resistência devida ao atrito lateral (PL) e de ponta (PP) do elemento.

Mais especificamente, a NBR 6122 (2010) explica que, para fundações profundas, “a carga admissível é determinada após um cálculo ou verificação experimental”. Esta capacidade de carga é dada pela soma de duas parcelas:

$$PR = PL + PP \quad (2-1)$$

Onde

$$PL = U \cdot \Sigma \cdot \Delta L \cdot r_L \quad (2-2)$$

e

$$PP = U \cdot A \cdot r_p \quad (2-3)$$

Sendo:

PR – capacidade de carga na ruptura da estaca (ou tubulão)

PL – parcela de resistência correspondente ao atrito lateral

PP – parcela correspondente à resistência de ponta

U – perímetro da estaca analisada

ΔL – trecho onde admite-se r_L constante, ou seja, altura da camada com mesmas características (material e N ou N_{SPT})

A – área da ponta da estaca

r_L – resistência unitária devida ao atrito lateral

r_p – resistência de unitária na ponta da estaca

Ressaltando que, segundo Cintra e Aoki (2010), r_L e r_P são conhecidas também por incógnitas geotécnicas.

Apesar de serem metodologias bem-conceituadas, tanto o método de Aoki-Velloso (1975) quanto o de Décourt-Quaresma (1978), não levam em consideração as incertezas envolvidas. Mesmo que se tenha o conhecimento de resultados de ensaios *in loco*, não são feitos ensaios pontuais para cada estaca que será executada, até porque seria uma atividade inviável. Diante de tais incertezas, as fundações devem ser cautelosamente definidas e dimensionadas.

2.2. Método Aoki-Velloso

Segundo Alonso (1983), a diferença entre os dois métodos está na estimativa dos valores das parcelas de resistência unitária devidas ao atrito lateral e ao apoio direto da ponta. Sendo, pelo cálculo de Aoki-Velloso (CINTRA; AOKI, 2010):

$$r_P = \frac{K \cdot N_P}{F_1} \quad (2-4)$$

$$r_L = \frac{\alpha \cdot K \cdot N_L}{F_2} \quad (2-5)$$

Onde

K – coeficiente que depende do tipo de solo (MPa – tabela 1.1)

α – valor função do tipo de solo (% – tabela 1.1)

N_P – índice de resistência à penetração da camada de apoio da ponta da estaca

N_L – índice de resistência à penetração da camada referente ao ΔL em que se considera r_L constante

F_1 e F_2 – fatores de correção que levam em conta o efeito escala (diferença entre o protótipo da estaca e o cone CTP modelo – adimensionais – tabela 1.2)

Tabela 1 Coeficiente K (Aoki e Velloso) e razão de atrito α

| Tipo de solo | K (MPa) | α (%) |
|----------------------|---------|--------------|
| Areia | 1.000 | 1,40 |
| Areia siltosa | 800 | 2,00 |
| Areia silto-argilosa | 700 | 2,40 |
| Areia argilosa | 600 | 3,00 |
| Areia argilo-siltosa | 500 | 2,80 |
| Silte | 400 | 3,00 |
| Silte arenoso | 550 | 2,20 |
| Silte areno-argiloso | 450 | 2,80 |
| Silte argiloso | 230 | 3,40 |
| Silte argilo-arenoso | 250 | 3,00 |
| Argila | 200 | 6,00 |
| Argila arenosa | 350 | 2,40 |
| Argila areno-siltosa | 300 | 2,80 |
| Argila siltosa | 220 | 4,00 |
| Argila silto-arenosa | 330 | 3,00 |

Fonte: Adaptada de CINTRA e AOKI, 2010.

Tabela 2 Fatores de correção F1 e F2

| Tipo de estaca | F1 | F2 |
|-------------------------------|----------|------|
| Franki | 2,50 | 5,00 |
| Metálica | 1,75 | 3,50 |
| Pré-moldada | 1+D/0,80 | 2F1 |
| Escavada | 3,00 | 6,00 |
| Raiz, hélice contínua e Ômega | 2,00 | 4,00 |

Fonte: Adaptada de CINTRA e AOKI, 2010.

2.3. Método Décourt-Quaresma

Quanto ao método Décourt-Quaresma, r_L e r_p são calculados da seguinte maneira;

$$r_L = 10 \cdot \left(\frac{N_L}{3} + 1 \right) \quad (2-6)$$

$$r_p = K \cdot \overline{N_p} \quad (2-7)$$

Sendo

\bar{N}_p – média entre os valores de SPT na ponta da estaca, o imediatamente acima e o imediatamente abaixo

K – neste caso, coeficiente relacionado ao tipo de solo (que também varia entre estacas escavadas e cravadas)

Tabela 3 Valores do coeficiente K (Décourt-Quaresma)

| Tipo de solo | K (kPa) | |
|----------------|--------------|---------------|
| | K (cravadas) | K (escavadas) |
| Argila | 120 | 100 |
| Silte argiloso | 200 | 120 |
| Silte arenoso | 250 | 140 |
| Areia | 400 | 200 |

Fonte: Adaptada de ALONSO, 1983.

É importante destacar que, no método Décourt-Quaresma, o N_{SPT} é limitado por, no mínimo, 3 MPa e, no máximo 50 MPa (com exceção de estacas Strauss e tubulões a céu aberto, onde esse valor superior é ainda mais reduzido: 15 MPa) quanto ao cálculo da resistência devida ao atrito lateral, ou seja, ao resolver-se a equação 2-6, N_L deve estar entre 3 MPa e 50 MPa ou 3 MPa e 15 MPa conforme especificado (CINTRA; AOKI, 2010).

Retomando as equações, Décourt ainda introduz fatores α e β nas parcelas de resistência de ponta e lateral, respectivamente (CINTRA; AOKI, 2010). Deste modo, a equação 2-1 pode ser reescrita, para o método em questão, da seguinte forma:

$$PR = \alpha \cdot K \cdot \bar{N}_p \cdot A_p + \beta \cdot 10 \cdot \left(\frac{N_L}{3} + 1 \right) \quad (2-8)$$

Onde

α – parâmetro relativo à resistência de ponta, em função do solo e tipo de estaca (tabela 4)

β – parâmetro relativo à resistência de atrito lateral, função do solo e tipo de estaca (tabela 4)

A_p – área da ponta da estaca

Tabela 4 Valores dos fatores α e β em função do tipo de estaca e do tipo solo

| Tipo da estaca | Argilas | | Solos intermediários | | Areias | |
|--------------------------------------|----------|---------|----------------------|---------|----------|---------|
| | α | β | α | β | α | β |
| Cravada | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Escavada em geral | 0,85 | 0,8 | 0,6 | 0,65 | 0,5 | 1 |
| Escavada com lama bentonítica | 0,85 | 0,9 | 0,6 | 0,75 | 0,5 | 1 |
| Hélice contínua | 0,3 | 1 | 0,3 | 1 | 0,3 | 1 |
| Raiz | 0,85 | 1,5 | 0,6 | 1,5 | 0,5 | 1,5 |
| Injetadas (alta pressão) | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 |

Fonte: Adaptada de CINTRA e AOKI, 2010.

É importante ressaltar que a capacidade de carga prevista se refere ao valor característico aceitável, ou seja, é necessário que sejam feitas algumas considerações a favor da segurança, prescritas por norma, a fim de obter o valor de cálculo que deve ser considerado.

Tais considerações, quanto ao dimensionamento de fundações profundas, estão listadas em nota na NBR 6122 (2010), como:

- A carga admissível é obtida mediante aplicação de coeficiente de segurança adequado, não sendo inferior a 2;
- No caso específico de estacas escavadas, face aos elevados recalques para a mobilização da carga de ponta e por existirem dúvidas sobre a limpeza do fundo, a resistência ao atrito lateral não pode ser inferior a 80% da carga admissível.

Existem também restrições de carga que podem ser fornecidas pelas fabricantes das estacas. Para o tipo de estaca adotado (escolha justificada mais à frente), o catálogo de especificações detalha como é encontrado o valor da estrutural admissível, sendo:

$$P_K = \frac{0,85 \cdot A_C \cdot f_{ck}}{\gamma_f \cdot \gamma_c} \quad (2-9)$$

Onde

A_C – área da seção transversal da estaca

f_{ck} – resistência característica máxima do concreto, conforme NBR 6122

γ_f – coeficiente de majoração das cargas, igual a 1,4 (NBR 6122)

γ_c – coeficiente de minoração da resistência do concreto, igual a 1,8 (NBR 6122)

Deste modo, pode-se resumir que a carga admissível (de cálculo) de uma estaca [escavada] deve ser limitada da seguinte forma:

$$P_{adm} \leq \begin{cases} \text{Carga de catálogo (determinada pela fabricante)} \\ \frac{PL}{0,8} \text{ (quando estaca escavada)} \\ \frac{PR}{2,0} \end{cases}$$

2.4. Tipo de estaca objeto do estudo

A estaca objeto de estudo é do tipo hélice contínua monitorada que, segundo Nuernberg (2014), possui elevada capacidade de trabalho devido à sua geometria transversal e grande aplicabilidade em fundações de médio e grande porte e obras de arte especiais.

O uso corrente desta técnica para execução de fundações se deve além de sua capacidade de carga, a elevada produtividade, que culmina na redução do cronograma físico da obra, e consequentemente redução de custos, possibilidade de monitoramento contínuo de cada estaca com armazenamento de registros em computador, possibilidade de execução abaixo do nível d'água, em solos coesivos e arenosos, e na desnecessidade do uso de lama bentonítica no processo executivo, reduzindo problemas ambientais ligados à disposição final do material resultante da escavação. Além, da inexistência de vibrações e ruídos causados por equipamentos a percussão, fator esse, de enorme significância em obras executadas em centros urbanos, sobretudo, em locais próximos de escolas e hospitais (NUERNBERG, 2014, p. 27).

Assim, vê-se as vantagens em melhorar e destrinchar cada vez mais os estudos sobre esse tipo de estacas e que, por estes motivos, foi escolhido como objeto do trabalho.

Portanto, esse intrincado sistema que é a subestrutura de uma obra está sujeito a uma série de ações aleatórias que, combinadas de modo estatístico, formam a denominada curva de solicitação (\mathcal{S}), cuja configuração e disposição podem ser bem definidas em função do valor médio e do desvio padrão. No entanto, a variabilidade existente no maciço de solo produz incertezas nas resistências, que por suas vezes, devidamente manipuladas, geram a chamada

curva de resistência (R), também com forma e posição bem definidas. Com estas duas curvas prontas, é possível estabelecer relações entre ambas, através de parâmetros familiares à Engenharia. Um desses parâmetros é, até a atualidade, largamente utilizado pelo meio técnico, conhecido como coeficiente de segurança global. Apesar de, tradicionalmente, ter-se a ideia de que um coeficiente de segurança elevado diminui os riscos de ruína de uma obra, tratado isoladamente este fator não retrata, necessariamente, o grau de segurança da estrutura (AOKI et al., 2018).

2.5. Confiabilidade e coeficientes de segurança

Na engenharia, questões de confiabilidade podem ser indicadas como a determinação da capacidade de um sistema para responder eficientemente a condições específicas. Em se tratando do âmbito estrutural, o objetivo principal é garantir a alta confiabilidade do sistema, assegurando que a resistência seja suficiente para suportar a máxima atuação das combinações de solicitações (ANG; TANG apud SILVA, 2003).

Conforme a NBR 6122, a segurança nas fundações deve ser estudada por meio de duas análises, sendo estas correspondentes ao estado-limite último e aos estados-limites de utilização. Entretanto, ainda segundo a norma, em obras correntes de fundação, estas análises em geral se reduzem à verificação do estado-limite último de ruptura ou deformação plástica excessiva (análise de ruptura) e à verificação do estado-limite de utilização caracterizado por deformações excessivas (análise de deformações).

Então, visando a segurança e a estabilidade estruturais, existem fatores de segurança que são aplicados, geralmente majorando as solicitações às quais a estrutura está submetida e minorando às resistências das mesmas. Para fundações, existem fatores de segurança globais mínimos estipulados normativamente (tabela 6).

Tabela 5 Fatores de segurança globais mínimos

| Condição | Fator de segurança |
|---|---------------------------|
| Capacidade de carga de fundações superficiais | 3,0 |
| Capacidade de carga de estacas ou tubulões sem prova de carga | 2,0 |
| Capacidade de carga de estacas ou tubulões com prova de carga | 1,6 |

Fonte: Adaptada da NBR 6122, 2010.

Existem também coeficientes específicos de ponderação que servem para determinar os valores de cálculo das resistências do solo a partir da divisão dos valores característicos por eles (tabela 7) (NBR 6122).

Tabela 6 Coeficientes de ponderação (parciais) da capacidade de carga de fundações

| Condição | Fator de segurança |
|---|---------------------------|
| Fundação superficial (sem prova de carga) | 2,2 |
| Fundação profunda (sem prova de carga) | 1,5 |
| Fundação com prova de carga | 1,2 |

Fonte: Adaptada da NBR 6122, 2010.

Estatisticamente, sabe-se que o fator de segurança (F_s) está intimamente ligado ao índice de confiabilidade (β – sendo este diferente do parâmetro aplicado no método de previsão da capacidade de carga de Décourt) que é o fator que, efetivamente, indica a segurança da estrutura, determinando a probabilidade de falha (p_f) do sistema (AOKI et al., 2010). Segundo Salahudeen e Kaura (2017), apesar disto, os fatores de segurança possuem certas limitações quanto à análise dos modelos, pois não consideram certas variabilidades naturais, não mensura erros e podem possuir incertezas estatísticas.

Segundo Lopes (2007, p. 70) “o conceito de que a verificação da segurança estrutural deve ser estabelecida através de análises probabilísticas é recente, porém, na tentativa de quantificar a segurança estrutural, diversos métodos foram propostos anteriormente”. E, então, é quando se começa a falar de confiabilidade estrutural.

A análise de confiabilidade estrutural está engajada ao princípio da determinação quantitativa das possibilidades de um certo sistema não responder conforme o desejado, ou seja, devido às incertezas inerentes às suas propriedades físicas e/ou geométricas e condições de contorno consideradas, qual a probabilidade de o sistema ruir (DEFILTRO; GOMES, 2016).

Os métodos de verificação da confiabilidade possuem performances altamente satisfatórias. Os benefícios destas metodologias, se comparadas com os estudos convencionais são: (i) todas as fontes de incerteza envolvidas no projeto podem ser levadas em consideração (ii) oferece suporte para a tomada de decisões na adoção do modelo, pois permite a comparação custo-risco (iii) a probabilidade de falha de cada modelo comparado pode ser conhecida (iv) a estrutura pode ser dimensionada de acordo com o estado-limite de serviço e (v) o risco geral envolvido no projeto é claramente identificado (SALAHUDEEN; KAURA, 2017).

Defiltro e Gomes (2016) citam que os métodos empregados na área da confiabilidade dividem-se em dois grandes grupos: os métodos aproximados, a exemplo o método de primeira ordem FORM (*First Order Reliability Method*) que, em geral, trabalham com aproximações da função de estado limite $g(x)$; e os métodos exatos, que buscam a solução exata do problema.

Dentre os métodos exatos, estão a integração numérica, raramente utilizada devido à dificuldade em se computar a função de densidade de probabilidade conjunta para os pontos específicos da integração e à necessidade de muitos pontos de integração; e a Simulação de Monte Carlo (SMC), que é, possivelmente, o mais utilizado dentro da confiabilidade estrutural, devido à sua simplicidade, generalidade e robustez (DEFILTRO; GOMES, 2016).

Ainda conforme os autores, o método de Simulações de Monte Carlo, em sua versão mais simples, consiste em gerar n realizações das variáveis aleatórias em \mathbf{X} (pontos amostrais que vão de 1 a n) de acordo com a função conjunta de densidade de probabilidade, e estimar a probabilidade de falha por meio da equação:

$$P_F = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n I(x_i) \quad (2-10)$$

Sendo N o número de pontos amostrais e I uma função indicadora que tem como resultado o valor unitário no caso de o ponto amostral estar no domínio de falha e zero caso contrário.

Obviamente, quanto maior o número de simulação empregadas, maior a precisão do resultado do método (DEFILTRO; GOMES, 2016).

De forma mais abrangente, a confiabilidade de um sistema de engenharia pode ser tida como a probabilidade que este apresenta em cumprir com o previsto, ou seja, responder positivamente às suas funções predeterminadas (suportar os carregamentos eficientemente, por exemplo). Assim, o nível de desempenho de um sistema dependerá das propriedades do mesmo. Neste contexto, a equação de estado limite $g(x)$, que representa a diferença entre capacidade resistente do sistema e sua solicitação total, deve possuir valor mínimo igual a zero (SILVA, 2003).

Deste modo, quando a função estado-limite é inferior a zero, significa que o sistema não é confiável e ruiu ou ruirá, ou seja, deve ser descartado ou remodelado. Assim também, é possível afirmar que quanto menor o resultado da probabilidade de falha de falha do conjunto, maior o seu índice de confiabilidade e segurança.

Acontece que os valores das solicitações e resistências, na prática, não são constantes, devendo ser tratados como variáveis dependentes da ação externa, da geometria do sistema estrutural, dos materiais empregados e do modelo de interação solo-estrutura utilizado, mais precisamente para o caso de análise em fundação. Assim, como cada obra possui uma solução em fundação particular, existe a possibilidade da montagem de curvas de solicitação e resistência específicas para aquela solução, o que retorna um índice de confiabilidade e uma probabilidade de falha específicas para cada edificação (AOKI et al., 2018).

Em Aoki et al. (2018), as curvas de solicitação (S) e de resistência (R) são estabelecidas admitindo-se uma distribuição Normal ou Gaussiana, podendo ser definidas, respectivamente, a partir da relação entre parâmetros a seguir:

$$v_S = \frac{\sigma_S}{S_M} \quad (2-11)$$

$$v_R = \frac{\sigma_R}{R_M} \quad (2-12)$$

Sendo, nesta ordem

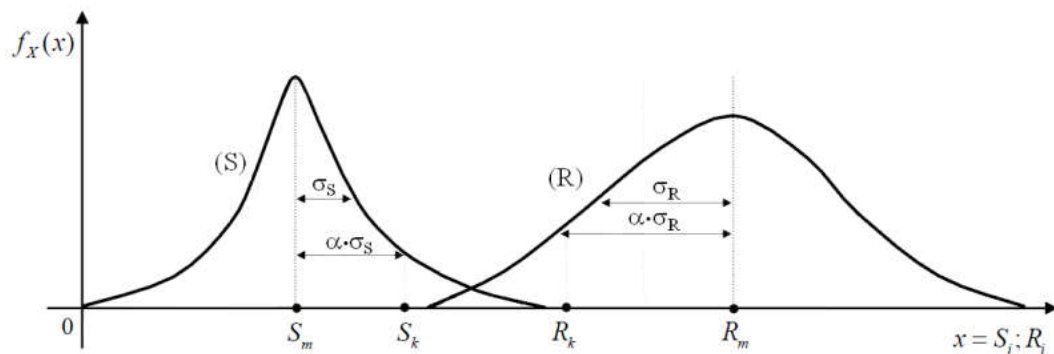
S_M, R_M – valores da solicitação e resistência médios

σ_S, σ_R – desvios padrão da solicitação e resistência

v_S, v_R – coeficientes de variação da solicitação e da resistência

Assim, o valor médio é considerado aquele com maior probabilidade de ocorrência numa determinada amostra e o desvio padrão determina o grau de dispersão dos valores em torno da média, definindo a forma das curvas da seguinte maneira:

Figura 1 Curvas de densidade de probabilidade de solicitação e resistência



Fonte: AOKI et al., 2018.

Os mesmos autores explicam que os valores médios e característicos podem ser relacionados através das seguintes equações:

$$S_K = S_M + 1,645 \cdot \sigma_S \quad (2-13)$$

$$R_K = R_M - 1,645 \cdot \sigma_R \quad (2-14)$$

Retomando-se a função de estado-limite $g(x)$ – também chamada de função margem de segurança (M_S) (ANG; TANG apud AOKI et al., 2018) – de um modo geral é representada a seguir:

$$M_S = R_M - S_M \quad (2-15)$$

Deste modo, o índice de confiabilidade do modelo pode ser definido pela razão entre a média da função margem e o desvio padrão desta mesma função. Sendo este dado por (AOKI et al., 2018):

$$\sigma_M = \sqrt{(\sigma_S^2 + \sigma_R^2)} \quad (2-16)$$

E o índice de confiabilidade por

$$\beta = \frac{M_S}{\sigma_M} \quad (2-17)$$

A partir disto, através da combinação de equações que relacionam o valor médio da margem de segurança, o índice de confiabilidade e o fator de segurança, é possível calcular

$$F_S = \frac{1 + \beta \cdot \sqrt{(v_S^2 + v_R^2 - \beta^2 \cdot v_S^2 \cdot v_R^2)}}{1 - \beta^2 \cdot v_R^2} \quad (2-18)$$

que é o fator de segurança global (CINTRA; AOKI, 2010), e compará-lo aos valores normativos.

O que demonstra a interdependência entre o fator de segurança e o índice de confiabilidade.

Cintra e Aoki ainda sugerem que, via programação em planilha eletrônica, a probabilidade de falha seja calculada por

$$P_F = 1 - \text{DIST. NORM}(\beta, 0, 1, \text{VERDADEIRO}) \quad (2-19)$$

Ao conhecer o fator de segurança global calculado e a probabilidade de falha para cada modelo analisado, é possível verificar a consistência e possível conservadorismo dos limites mínimos estabelecidos em norma, comparando-os aos encontrados, andando paralelamente à garantia de segurança e estabilidade da fundação, desenvolvendo a possibilidade em otimizar ainda mais o modelo adotado, visando redução de custos e tempo de execução.

Por fim, sendo feita esta revisão de literatura e em posse dos objetivos definidos para o presente trabalho, conhecidas todas as fórmulas, funções, equações, parâmetros e variáveis necessários ao perfeito andamento do estudo, segue-se os passos necessários para tal. A metodologia explica como e em que momentos são aplicados os instrumentos aqui dispostos, além de esclarecer sobre o uso de outras ferramentas em auxílio ao desenvolvimento do estudo.

3. METODOLOGIA

3.1. Dados do estudo de caso

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi utilizado o projeto de um edifício residencial de seis pavimentos tipo, com área aproximada de 132,14 m² por andar. A edificação foi objeto de estudo de análise de confiabilidade de Aoki (2018).

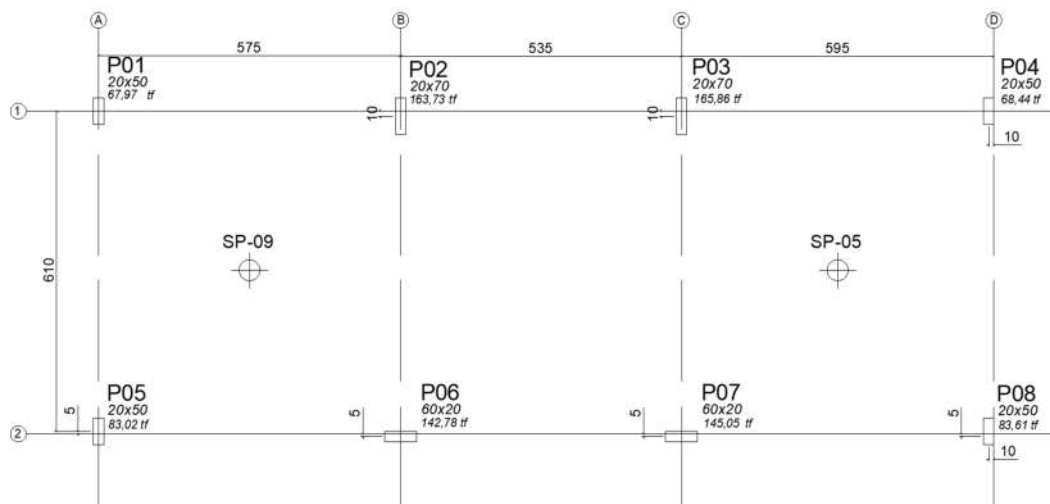
O projeto dispõe da planta baixa arquitetônica, ilustrada na Figura 2, e das informações de cargas dos pilares, representadas na Figura 3 e na Tabela 8.

Figura 2 Planta baixa do pavimento tipo



Fonte: Adaptado de AOKI et al., 2018.

Figura 3 Planta de cargas dos pilares



Fonte: Adaptado de AOKI et al., 2018.

Tabela 7 Dados dos pilares (projeto estrutural)

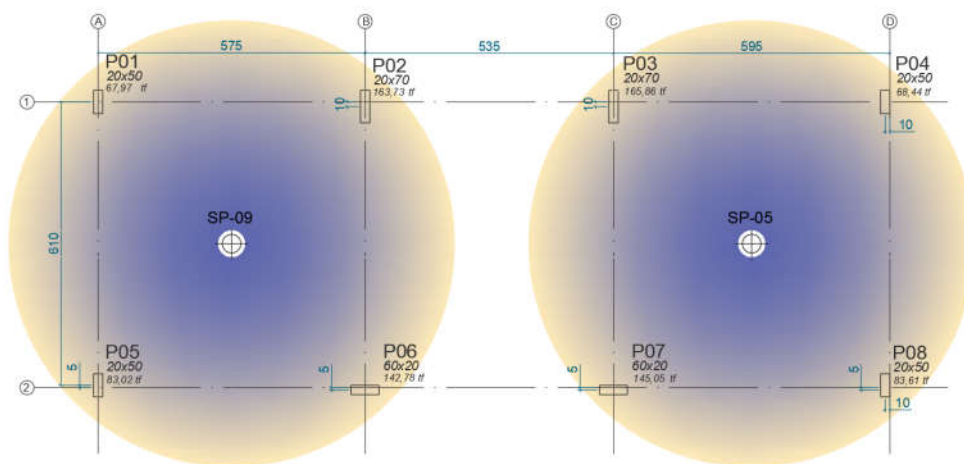
| Pilar | Seção (cm x cm) | Força (tf) | Força (kN) |
|-------|-----------------|------------|------------|
| P1 | 20 x 50 | 67,97 | 679,7 |
| P2 | 20 x 70 | 163,73 | 1637,3 |
| P3 | 20 x 70 | 165,86 | 1658,6 |
| P4 | 20 x 50 | 68,44 | 684,4 |
| P5 | 20 x 50 | 83,02 | 830,2 |
| P6 | 20 x 60 | 142,78 | 1427,8 |
| P7 | 20 x 60 | 145,05 | 1450,5 |
| P8 | 20 x 50 | 83,61 | 836,1 |

Fonte: Adaptado de AOKI et al., 2018.

3.2. Perfis do solo

Como é necessário que se tenham os valores das resistências do solo para que se possa prever as capacidades de carga das estacas de acordo com os métodos semi-empíricos, foram tomados dois pontos de ensaio de SPT (SP 05 e SP 09), dentre 12 pontos de um relatório de sondagem (Anexo A). Além disso, foi adotada uma área de influência de quatro pilares para cada ponto, mantendo coerência quanto ao dimensionamento, como mostra a Figura 4.

Figura 4 Área de influência dos resultados de SPT



Fonte: Autoral, 2019.

3.3. Previsão da capacidade de carga e estaqueamento

A partir do relatório dos perfis de solo adotados, observa-se as resistências de cada camada de solo, bem como seu tipo. Dessa forma, pode-se aplicar os métodos Aoki-Velloso e Décourt-Quaresma de previsão da capacidade de carga.

As metodologias foram aplicadas por meio de planilhas eletrônicas automatizadas, permitindo do cálculo da capacidade de carga e da carga admissível normativa, respeitando os limites citados em 2.4, a partir da inserção dos dados iniciais (Tabela 8), como é possível ver na Tabela 9.

Tabela 8 Dados iniciais para o cálculo da capacidade de carga (diâmetro de 25 cm)

| Dados de entrada | |
|---------------------------------|-----------------|
| Tipo da estaca | Hélice contínua |
| Diâmetro (cm) | 25 |
| Área da ponta (m ²) | 0,0491 |
| Perímetro (m) | 0,7854 |
| F1 | 2,00 |
| F2 | 4,00 |
| Carga de catálogo (kN) | 300 |

Fonte: Autoral, 2019.

Tabela 9 Cálculos da capacidade de carga e carga admissível para estaca de 25 cm de diâmetro.

| Material da camada | ΔL (m) | Comprimento da estaca (m) | N_{SPR} (MPa) | K (Mpa) | α (%) | r_p (kPa) | r_L (kPa) | $r_p/F1$ (kPa) | $r_L/F2$ (kPa) | P_L (kN) | P_P (kN) | P_R (kN) | $P_L/0,8$ (kN) | $P_R/2$ (kN) | P_{adm} (kN) | P_{adm} (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------------|-----------------|---------|--------------|-------------|-------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|----------------|--------------|----------------|----------------|
| Argila arenosa | 1,00 | 1,00 | 0,03 | 0,350 | 2,40 | 11 | 0,25 | 5 | 0,06 | 0,05 | 0,26 | 0,31 | 0,06 | 0,16 | 0,06 | 0,01 |
| Argila arenosa | 1,00 | 2,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,05 | - | 0,05 | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,00 |
| Argila arenosa | 1,00 | 3,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,05 | - | 0,05 | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,00 |
| Argila arenosa | 0,46 | 3,46 | 7,00 | 0,350 | 2,40 | 2.450 | 58,80 | 1.225 | 14,70 | 5,36 | 60,15 | 65,51 | 6,70 | 32,76 | 6,70 | 0,67 |
| Areia | 0,54 | 4,00 | 7,00 | 1,000 | 1,40 | 7.000 | 98,00 | 3.500 | 24,50 | 15,75 | 171,85 | 187,60 | 19,69 | 93,80 | 19,69 | 1,97 |
| Areia | 1,00 | 5,00 | 6,00 | 1,000 | 1,40 | 6.000 | 84,00 | 3.000 | 21,00 | 32,24 | 147,30 | 179,54 | 40,30 | 89,77 | 40,30 | 4,03 |
| Areia | 1,00 | 6,00 | 5,00 | 1,000 | 1,40 | 5.000 | 70,00 | 2.500 | 17,50 | 45,98 | 122,75 | 168,73 | 57,48 | 84,37 | 57,48 | 5,75 |
| Areia | 1,00 | 7,00 | 10,00 | 1,000 | 1,40 | 10.000 | 140,00 | 5.000 | 35,00 | 73,47 | 245,50 | 318,97 | 91,84 | 159,49 | 91,84 | 9,18 |
| Areia | 0,45 | 7,45 | 3,00 | 1,000 | 1,40 | 3.000 | 42,00 | 1.500 | 10,50 | 77,18 | 73,65 | 150,83 | 96,48 | 75,42 | 75,42 | 7,54 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 3,00 | 1,000 | 1,40 | 3.000 | 42,00 | 1.500 | 10,50 | 81,72 | 73,65 | 155,37 | 102,15 | 77,69 | 77,69 | 7,77 |
| Areia | 1,00 | 9,00 | 9,00 | 1,000 | 1,40 | 9.000 | 126,00 | 4.500 | 31,50 | 106,46 | 220,95 | 327,41 | 133,08 | 163,71 | 133,08 | 13,31 |
| Areia | 0,45 | 9,45 | 5,00 | 1,000 | 1,40 | 5.000 | 70,00 | 2.500 | 17,50 | 112,65 | 122,75 | 235,40 | 140,81 | 117,70 | 117,70 | 11,77 |
| Areia argilosa | 0,55 | 10,00 | 5,00 | 0,600 | 3,00 | 3.000 | 90,00 | 1.500 | 22,50 | 122,37 | 73,65 | 196,02 | 152,96 | 98,01 | 98,01 | 9,80 |
| Areia argilosa | 1,00 | 11,00 | 5,00 | 0,600 | 3,00 | 3.000 | 90,00 | 1.500 | 22,50 | 140,04 | 73,65 | 213,69 | 175,05 | 106,85 | 106,85 | 10,69 |
| Areia argilosa | 1,00 | 12,00 | 5,00 | 0,600 | 3,00 | 3.000 | 90,00 | 1.500 | 22,50 | 157,71 | 73,65 | 231,36 | 197,14 | 115,68 | 115,68 | 11,57 |
| Areia argilosa | 1,00 | 13,00 | 8,00 | 0,600 | 3,00 | 4.800 | 144,00 | 2.400 | 36,00 | 185,98 | 117,84 | 303,82 | 232,48 | 151,91 | 151,91 | 15,19 |
| Areia argilosa | 0,45 | 13,45 | 13,00 | 0,600 | 3,00 | 7.800 | 234,00 | 3.900 | 58,50 | 206,66 | 191,49 | 398,15 | 258,33 | 199,08 | 199,08 | 19,91 |
| Argila arenosa | 0,55 | 14,00 | 13,00 | 0,350 | 2,40 | 4.550 | 109,20 | 2.275 | 27,30 | 218,45 | 111,70 | 330,15 | 273,06 | 165,08 | 165,08 | 16,51 |
| Argila arenosa | 1,00 | 15,00 | 19,00 | 0,350 | 2,40 | 6.650 | 159,60 | 3.325 | 39,90 | 249,79 | 163,26 | 413,05 | 312,24 | 206,53 | 206,53 | 20,65 |
| Argila arenosa | 1,00 | 16,00 | 33,00 | 0,350 | 2,40 | 11.550 | 277,20 | 5.775 | 69,30 | 304,22 | 283,55 | 587,77 | 380,28 | 293,89 | 293,89 | 29,39 |
| Argila arenosa | 1,00 | 17,00 | 40,00 | 0,350 | 2,40 | 14.000 | 336,00 | 7.000 | 84,00 | 370,19 | 343,70 | 713,89 | 462,74 | 356,95 | 300,00 | 30,00 |
| Argila arenosa | 1,00 | 18,00 | 44,00 | 0,350 | 2,40 | 15.400 | 369,60 | 7.700 | 92,40 | 442,76 | 378,07 | 820,83 | 553,45 | 410,42 | 300,00 | 30,00 |

LEGENDA

| | |
|--|---|
| | Capacidade de carga conforme Aoki-Velloso |
| | Considerando F.S global de 2,0 |
| | Limitada pela resistência lateral |

Fonte: Autoral, 2019.

Os cálculos são feitos metro a metro, permitindo a visualização do comprimento máximo que a estaca pode ter, limitado pelo fim dos resultados da sondagem ou pelo alcance da capacidade estrutural máxima de catálogo. No caso da aplicação do método de Décourt-Quaresma, a limitação dos valores de SPT se dá um metro antes do fim dos resultados do relatório, já que para o cálculo da parcela de ponta é necessário calcular-se o valor médio das resistências das três últimas camadas de solo.

As tabelas de cálculo da capacidade de carga para todos os diâmetros, de acordo com os resultados de SPT e métodos semi-empíricos empregados encontram-se nos Apêndices A e B. As informações sobre a carga estrutural máxima das estacas encontram-se no Anexo B.

Assim, com os valores das solicitações em cada pilar conhecidos, bem como as resistências das estacas calculadas, pode-se definir o estaqueamento do modelo também metro a metro, sendo a quantidade de estacas definida de forma que a resistência final (dada pela carga admissível), por bloco, seja maior que a respectiva solicitação, conforme a Tabela 10.

Os estaqueamentos detalhados metro a metro, conforme cada diâmetro e método de previsão da capacidade de carga encontrados estão dispostos nos Apêndices C e D.

Tabela 10 estaqueamento metro a metro dos pilares P01, P02, P05 e P06 com estacas de 25 cm de diâmetro

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 15,00 METROS | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist. Total (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist. Total (tf) |
| P01 | 67,97 | 4 | 16,99 | 41,31 | 20,65 | 82,61 | 4 | 16,99 | 40,63 | 20,32 | 81,26 |
| P02 | 163,73 | 8 | 20,47 | 41,31 | 20,65 | 165,22 | 9 | 18,19 | 40,63 | 20,32 | 182,84 |
| P05 | 83,02 | 5 | 16,60 | 41,31 | 20,65 | 103,27 | 5 | 16,60 | 40,63 | 20,32 | 101,58 |
| P06 | 142,78 | 7 | 20,40 | 41,31 | 20,65 | 144,57 | 8 | 17,85 | 40,63 | 20,32 | 162,53 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 16,00 METROS | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist. Total (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist. Total (tf) |
| P01 | 67,97 | 3 | 22,66 | 58,78 | 29,39 | 88,17 | 3 | 22,66 | 51,38 | 25,69 | 77,08 |
| P02 | 163,73 | 6 | 27,29 | 58,78 | 29,39 | 176,33 | 7 | 23,39 | 51,38 | 25,69 | 179,84 |
| P05 | 83,02 | 3 | 27,67 | 58,78 | 29,39 | 88,17 | 4 | 20,76 | 51,38 | 25,69 | 102,77 |
| P06 | 142,78 | 5 | 28,56 | 58,78 | 29,39 | 146,95 | 6 | 23,80 | 51,38 | 25,69 | 154,15 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 17,00 METROS | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist. Total (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist. Total (tf) |
| P01 | 67,97 | 3 | 22,66 | 71,39 | 30,00 | 90,00 | 3 | 22,66 | 63,87 | 30,00 | 90,00 |
| P02 | 163,73 | 6 | 27,29 | 71,39 | 30,00 | 180,00 | 6 | 27,29 | 63,87 | 30,00 | 180,00 |
| P05 | 83,02 | 3 | 27,67 | 71,39 | 30,00 | 90,00 | 3 | 27,67 | 63,87 | 30,00 | 90,00 |
| P06 | 142,78 | 5 | 28,56 | 71,39 | 30,00 | 150,00 | 5 | 28,56 | 63,87 | 30,00 | 150,00 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 18,00 METROS | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist. Total (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist. Total (tf) |
| P01 | 67,97 | 3 | 22,66 | 82,08 | 30,00 | 90,00 | | | | | |
| P02 | 163,73 | 6 | 27,29 | 82,08 | 30,00 | 180,00 | | | | | |
| P05 | 83,02 | 3 | 27,67 | 82,08 | 30,00 | 90,00 | | | | | |
| P06 | 142,78 | 5 | 28,56 | 82,08 | 30,00 | 150,00 | | | | | |

LIMITADO PELO SPT

LEGENDA

- Aoki-Velloso
- Décourt-Quaresma
- NBR 6122

3.4. Otimização do estaqueamento

Com a quantidade de estacas indicada para cada pilar calculadas por metro, é possível fazer a otimização do modelo de forma a se ter o menor número de estacas com a maior resistência possível. Assim, a análise de confiabilidade das estacas em arranjos otimizados pode gerar resultados significativos que expressem a relação entre a redução de custos com material, mão-de-obra e equipamentos e a confiabilidade do sistema.

A Tabela 11 mostra o resultado da otimização dos estaqueamentos, indicando a quantidade e profundidade de estacas por pilar, conforme o método de previsão da capacidade de carga empregado

Tabela 11 Definição da quantidade e profundidade das estacas por pilar.

| Diâmetro das estacas: 25 cm | | | | | Diâmetro das estacas: 30 cm | | | | |
|-----------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|
| Pilar | Qtd. Est. $\Phi 25$ | Profund. da estaca (m) | Qtd. Est. $\Phi 25$ | Profund. da estaca (m) | Pilar | Qtd. Est. $\Phi 30$ | Profund. da estaca (m) | Qtd. Est. $\Phi 30$ | Profund. da estaca (m) |
| P01 | 3 | 16 | 3 | 16 | P01 | 2 | 16 | 2 | 17 |
| P02 | 6 | 16 | 6 | 17 | P02 | 4 | 17 | 5 | 17 |
| P03 | 6 | 22 | 6 | 20 | P03 | 4 | 22 | 4 | 22 |
| P04 | 3 | 21 | 3 | 19 | P04 | 2 | 22 | 2 | 20 |
| P05 | 3 | 16 | 3 | 17 | P05 | 2 | 17 | 3 | 16 |
| P06 | 5 | 16 | 5 | 17 | P06 | 4 | 16 | 4 | 17 |
| P07 | 5 | 22 | 5 | 20 | P07 | 4 | 22 | 4 | 20 |
| P08 | 3 | 22 | 3 | 20 | P08 | 2 | 23 | 2 | 22 |
| Diâmetro das estacas: 35 cm | | | | | Diâmetro das estacas: 40 cm | | | | |
| Pilar | Qtd. Est. $\Phi 35$ | Profund. da estaca (m) | Qtd. Est. $\Phi 35$ | Profund. da estaca (m) | Pilar | Qtd. Est. $\Phi 40$ | Profund. da estaca (m) | Qtd. Est. $\Phi 40$ | Profund. da estaca (m) |
| P01 | 2 | 16 | 2 | 16 | P01 | 1 | 17 | 2 | 15 |
| P02 | 3 | 17 | 4 | 17 | P02 | 3 | 16 | 4 | 16 |
| P03 | 3 | 23 | 3 | 22 | P03 | 3 | 22 | 3 | 21 |
| P04 | 2 | 20 | 2 | 18 | P04 | 1 | 23 | 1 | 23 |
| P05 | 2 | 16 | 2 | 16 | P05 | 2 | 16 | 2 | 16 |
| P06 | 3 | 16 | 4 | 16 | P06 | 2 | 17 | 3 | 17 |
| P07 | 3 | 22 | 3 | 21 | P07 | 2 | 24 | 2 | 23 |
| P08 | 2 | 21 | 2 | 20 | P08 | 2 | 20 | 2 | 19 |
| Diâmetro das estacas: 50 cm | | | | | | | | | |
| Pilar | Qtd. Est. $\Phi 50$ | Profund. da estaca (m) | Qtd. Est. $\Phi 50$ | Profund. da estaca (m) | | | | | |
| P01 | 1 | 17 | 1 | 17 | | | | | |
| P02 | 2 | 18 | 3 | 16 | | | | | |
| P03 | 2 | 22 | 2 | 23 | | | | | |
| P04 | 1 | 21 | 1 | 21 | | | | | |
| P05 | 1 | 18 | 2 | 15 | | | | | |
| P06 | 2 | 17 | 3 | 16 | | | | | |
| P07 | 2 | 22 | 2 | 22 | | | | | |
| P08 | 1 | 22 | 1 | 23 | | | | | |

| LEGENDA | |
|------------------|--|
| Aoki-Velloso | |
| Décourt-Quaresma | |

Fonte: Autoral, 2019.

Desse modo, com a quantidade de estacas definida, as solicitações por estaca foram obtidas dividindo-se o carregamento total de cada pilar pela respectiva quantidade de estacas pois, como os momentos fletores atuantes na fundação são de pequena magnitude (AOKI et al., 2018), optou-se por considerar apenas os carregamentos normais em cada estaca.

O Apêndice E contém as peças gráficas que mostram a configuração dos estaqueamentos por diâmetro adotado e para cada método de previsão da capacidade de carga aplicado.

3.5. Modelos de análise: variação dos diâmetros

Apesar de os métodos de previsão da capacidade de carga permitirem estudos com os mais diversos tipos de estacas, optou-se por analisar apenas as do tipo hélice contínua, variando-se os diâmetros empregados.

O comportamento dos modelos pode ser analisado conforme modifica-se o diâmetro utilizado, permitindo a análise da fundação, sendo verificado qual o impacto desta variação no índice de confiabilidade do sistema, bem como no fator de segurança resultante.

A alteração nos diâmetros das estacas influencia diretamente na sua capacidade, pois acarreta variações das parcelas de resistência lateral e de ponta, devido à maior ou menor área de contato com o solo e de volume de concreto.

Isto posto, uma vez que as estacas de 50 centímetros de diâmetro resultam em estaqueamentos com considerável quantidade de blocos de apenas uma estaca por possuírem resistências relativamente altas, o estudo foi limitado às estacas de diâmetros de 25, 30, 35, 40 e 50 centímetros, mesmo sendo permitido o uso de estacas de até 1,40 metro de diâmetro.

Vale ressaltar que, apesar da variação dos diâmetros para seguinte análise de confiabilidade, a adoção de diâmetros diferentes para um mesmo modelo não foi considerada neste estudo. Desta forma, ao gerar cada estaqueamento, todas as estacas possuem mesmo diâmetro, para quaisquer pilares.

3.6. Análise de confiabilidade e variação dos carregamentos

A partir dos estaqueamentos resultantes, com as respectivas resistências determinadas, é possível aplicar a teoria da confiabilidade estrutural. Para a determinação das probabilidades de ruína de cada modelo foi empregada a metodologia de Simulação de Monte Carlo.

De acordo com os valores referentes a cada diâmetro, calcula-se as médias das solicitações e das resistências das estacas de todo o sistema, bem como seus respectivos desvios padrão, parâmetros necessários à aplicação da metodologia para a análise. Também foram determinados os coeficientes de variação, conforme as equações 2-11 e 2-12.

Com estes resultados, é possível resolver a função margem e também encontrar o seu desvio padrão, de acordo com 2-15 e 2-16, respectivamente.

Então, calcula-se os índices de confiabilidade para cada modelo através da relação entre a função margem e seu desvio padrão, segundo a equação 2-17, mensurando o quão confiável está o sistema de fundação analisado.

Com o resultado do índice de confiabilidade e com os coeficientes de variação das solicitações e das resistências resultantes dos métodos semi-empíricos de previsão da capacidade de carga, através da aplicação da equação 2-18, é possível encontrar o coeficiente de segurança do modelo. Este coeficiente calculado é comparado ao coeficiente global normativo.

Ainda quanto ao índice de confiabilidade estrutural, quanto maior o seu valor, menor a probabilidade de ruína da fundação e vice-versa. Assim, através da função 2-19, foram calculadas as probabilidades de falha de cada modelo. Em paralelo, com o auxílio de programa específico, informados os valores das médias das solicitações e resistências e seus desvios padrão como dados de entrada, também foram computadas as probabilidades de falha de cada modelo segundo o método de Simulação de Monte Carlo, sendo adotado o valor de um milhão de simulações, visando maior precisão do resultado.

Além da verificação da confiabilidade feita para os estaqueamentos resultantes de cada método de previsão da capacidade de carga e para cada diâmetro de 25 a 50 centímetros, é feita a análise variando-se os carregamentos solicitantes, mantendo a configuração inicial dos modelos.

Considerando a quantidade de estacas fixa conforme o estaqueamento dimensionado para as solicitações iniciais descritas na Figura 3 e tabela 7, é feito o aumento gradativo destes carregamentos, de 10 em 10% sobre o valor inicial.

A cada amplificação dos esforços uma nova análise é executada, permitindo verificar a variação do índice de confiabilidade à medida que as estacas são sobrecarregadas, recebendo solicitações superiores às permitidas por norma, sendo possível compreender o impacto que esta ação causa à confiabilidade do sistema, reduzindo o coeficiente de segurança mas garantindo probabilidades de falha que garantam a segurança real da fundação.

Assim, a análise da confiabilidade dos modelos é feita, podendo-se comparar o impacto que a variação dos diâmetros e a sobrecarga nas estacas geram, permitindo a constatação e comparação da segurança das fundações de acordo com as modificações aplicadas, considerando cada método de previsão da capacidade de carga adotado para os dimensionamentos.

4. RESULTADOS

4.1. Capacidade de carga, carga admissível e estaqueamento

A Tabela 12 mostra as capacidades de carga das estacas (PR) calculadas conforme os métodos de previsão utilizados, bem como os valores das cargas admissíveis (P_{ADM}) resultantes das especificações da NBR 6122 e a quantidade de estacas necessária por pilar. Os resultados apresentados referem-se às resistências para as profundidades definidas para os estaqueamentos adotados.

Tabela 12 Capacidade de carga, carga admissível e quantidade das estacas hélice contínua.

| Diâmetro das estacas: 25 cm | | | | Diâmetro das estacas: 30 cm | | | |
|-----------------------------|---------------------|---------|----------------|-----------------------------|---------------------|---------|----------------|
| Pilar | Qtd. Est. $\Phi 25$ | PR (tf) | P_{ADM} (tf) | Pilar | Qtd. Est. $\Phi 25$ | PR (tf) | P_{ADM} (tf) |
| P01 | 3 | 58,78 | 29,39 | P01 | 3 | 51,38 | 25,69 |
| P02 | 6 | 58,78 | 29,39 | P02 | 6 | 63,87 | 30,00 |
| P03 | 6 | 64,28 | 30,00 | P03 | 6 | 60,76 | 30,00 |
| P04 | 3 | 52,30 | 26,15 | P04 | 3 | 54,87 | 27,43 |
| P05 | 3 | 58,78 | 29,39 | P05 | 3 | 63,87 | 30,00 |
| P06 | 5 | 58,78 | 29,39 | P06 | 5 | 63,87 | 30,00 |
| P07 | 5 | 64,28 | 30,00 | P07 | 5 | 60,76 | 30,00 |
| P08 | 3 | 64,28 | 30,00 | P08 | 3 | 60,76 | 30,00 |

| Diâmetro das estacas: 35 cm | | | | Diâmetro das estacas: 40 cm | | | |
|-----------------------------|---------------------|---------|----------------|-----------------------------|---------------------|---------|----------------|
| Pilar | Qtd. Est. $\Phi 35$ | PR (tf) | P_{ADM} (tf) | Pilar | Qtd. Est. $\Phi 35$ | PR (tf) | P_{ADM} (tf) |
| P01 | 2 | 98,15 | 49,08 | P01 | 2 | 74,46 | 37,23 |
| P02 | 3 | 119,17 | 59,59 | P02 | 4 | 92,63 | 46,31 |
| P03 | 3 | 117,80 | 58,90 | P03 | 3 | 111,46 | 55,73 |
| P04 | 2 | 70,54 | 35,27 | P04 | 2 | 69,75 | 34,87 |
| P05 | 2 | 98,15 | 49,08 | P05 | 2 | 74,46 | 37,23 |
| P06 | 3 | 98,15 | 49,08 | P06 | 4 | 74,46 | 37,23 |
| P07 | 3 | 104,90 | 52,45 | P07 | 3 | 97,46 | 48,73 |
| P08 | 2 | 84,27 | 42,14 | P08 | 2 | 86,68 | 43,34 |

| Diâmetro das estacas: 50 cm | | | |
|-----------------------------|---------------------|---------|----------------|
| Pilar | Qtd. Est. $\Phi 50$ | PR (tf) | P_{ADM} (tf) |
| P01 | 1 | 147,22 | 73,61 |
| P02 | 2 | 167,63 | 83,82 |
| P03 | 2 | 181,79 | 90,89 |
| P04 | 1 | 144,08 | 72,04 |
| P05 | 1 | 167,63 | 83,82 |
| P06 | 2 | 147,22 | 73,61 |
| P07 | 2 | 181,79 | 90,89 |
| P08 | 1 | 181,79 | 90,89 |

| Diâmetro das estacas: 30 cm | | | |
|-----------------------------|---------------------|---------|----------------|
| Pilar | Qtd. Est. $\Phi 30$ | PR (tf) | P_{ADM} (tf) |
| P01 | 2 | 77,34 | 38,67 |
| P02 | 4 | 93,91 | 45,00 |
| P03 | 4 | 83,53 | 41,77 |
| P04 | 2 | 83,53 | 41,77 |
| P05 | 2 | 93,91 | 45,00 |
| P06 | 4 | 77,34 | 38,67 |
| P07 | 4 | 83,53 | 41,77 |
| P08 | 2 | 93,97 | 45,00 |

| Diâmetro das estacas: 40 cm | | | |
|-----------------------------|---------------------|---------|----------------|
| Pilar | Qtd. Est. $\Phi 40$ | PR (tf) | P_{ADM} (tf) |
| P01 | 1 | 147,22 | 73,61 |
| P02 | 3 | 121,27 | 60,63 |
| P03 | 3 | 128,43 | 64,21 |
| P04 | 1 | 144,00 | 72,00 |
| P05 | 2 | 121,27 | 60,63 |
| P06 | 2 | 147,22 | 73,61 |
| P07 | 2 | 155,43 | 77,72 |
| P08 | 2 | 85,58 | 42,79 |

| Diâmetro das estacas: 50 cm | | | |
|-----------------------------|---------------------|---------|----------------|
| Pilar | Qtd. Est. $\Phi 50$ | PR (tf) | P_{ADM} (tf) |
| P01 | 1 | 139,21 | 69,60 |
| P02 | 3 | 111,79 | 55,89 |
| P03 | 2 | 186,13 | 93,07 |
| P04 | 1 | 143,47 | 71,73 |
| P05 | 2 | 87,64 | 43,82 |
| P06 | 3 | 111,79 | 55,89 |
| P07 | 2 | 164,41 | 82,20 |
| P08 | 1 | 186,13 | 93,07 |

| LEGENDA | |
|------------------|--|
| Aoki-Veloso | |
| Décourt-Quaresma | |
| NBR 6122 | |

Fonte: Autoral, 2019.

Os Apêndices A e B contêm as tabelas com os resultados detalhados dos cálculos da capacidade de carga das estacas para cada diâmetro proposto, metro a metro, para os dois métodos semi-empíricos de previsão.

É possível perceber que, em média, a capacidade de carga das estacas é o dobro da tensão admissível normativa. Isto se dá porque, na maioria dos casos, a resistência foi limitada pelo fator de segurança (F_s) igual a 2,0.

Vale ressaltar que os métodos semi-empíricos adotados já estabelecem fatores próprios que minoram as resistências, relacionados aos tipos de estaca e de solo, sendo estes os parâmetros F_1 e F_2 no método de Aoki-Velloso (1975) e α e β em Décourt-Quaresma (1978).

Analisando a Tabela 12, percebe-se que, de modo abrangente, a aplicação do método Décourt-Quaresma resulta em resistências inferiores àquelas geradas pelo emprego de Aoki-Velloso.

Possivelmente, isto ocorre, dentre outros fatores, devido ao cálculo da resistência de ponta do método de Décourt-Quaresma que, além de ser feito com a média dos valores das resistências das três últimas de solo, o que, neste estudo, gerou resultados inferiores aos N_{SPT} da camada em que a ponta se apoia, aplicar um coeficiente de minoração α relativamente baixo se comparado ao coeficiente F_1 da metodologia de Aoki-Velloso.

Dada esta diferença nos resultados entre métodos, como consequência, a metodologia de Décourt-Quaresma gera estaqueamentos mais volumosos, apesar de o acréscimo de estacas não exceder 3 unidades para cada diâmetro analisado.

4.2. Confiabilidade e variação dos carregamentos

Mantendo-se os valores das resistências calculadas e as quantidades de estacas necessárias por pilar para resistir às solicitações iniciais do problema, foi feito o acréscimo gradativo de 10 em 10% sobre estas, resultando nos valores exibidos na Tabela 13.

Tabela 13 Solicitações acrescidas gradativamente em 10%.

| Solicitações totais amplificadas | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Acréscimo | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| P01 | 67,97 | 74,77 | 81,56 | 88,36 | 95,16 | 101,96 | 108,75 | 115,55 | 122,35 | 129,14 | 135,94 |
| P02 | 163,73 | 180,10 | 196,48 | 212,85 | 229,22 | 245,60 | 261,97 | 278,34 | 294,71 | 311,09 | 327,46 |
| P03 | 165,86 | 182,45 | 199,03 | 215,62 | 232,20 | 248,79 | 265,38 | 281,96 | 298,55 | 315,13 | 331,72 |
| P04 | 68,44 | 75,28 | 82,13 | 88,97 | 95,82 | 102,66 | 109,50 | 116,35 | 123,19 | 130,04 | 136,88 |
| P05 | 83,02 | 91,32 | 99,62 | 107,93 | 116,23 | 124,53 | 132,83 | 141,13 | 149,44 | 157,74 | 166,04 |
| P06 | 142,78 | 157,06 | 171,34 | 185,61 | 199,89 | 214,17 | 228,45 | 242,73 | 257,00 | 271,28 | 285,56 |
| P07 | 145,05 | 159,56 | 174,06 | 188,57 | 203,07 | 217,58 | 232,08 | 246,59 | 261,09 | 275,60 | 290,10 |
| P08 | 83,61 | 91,97 | 100,33 | 108,69 | 117,05 | 125,42 | 133,78 | 142,14 | 150,50 | 158,86 | 167,22 |

Fonte: Autoral, 2019.

O Apêndice F contém os valores das solicitações em cada estaca, conforme aumento gradativo, organizadas por método e diâmetro.

Desta forma, os modelos criados inicialmente foram sobrecarregados, resistindo, teoricamente, a solicitações superiores às permitidas por norma. Assim, foi feita a análise de confiabilidade de cada sistema de fundações com as estacas do tipo hélice contínua, visando observar quais os impactos destas sobrecargas sobre cada um. O resultado da análise está disposto na Tabela 14.

Tabela 14 Análise de confiabilidade dos modelos propostos

| Aoki-Velloso Φ 25 | | | | | | | | | | Décourt-Quaresma Φ 25 | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------|---------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------|----------------|--------------------|----------------------------|-----------------|---------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------|----------------|--------------------|
| Rm (tf) | σ_R (tf) | Fator multip. | S _m (tf) | σ_s (tf) | M _s (tf) | σ_M (tf) | β | F _s | P _f (%) | Rm (tf) | σ_R (tf) | Fator multip. | S _m (tf) | σ_s (tf) | M _s (tf) | σ_M (tf) | β | F _s | P _f (%) |
| 60,47 | 3,70 | 1,00 | 27,07 | 2,12 | 33,40 | 4,27 | 7,83 | 2,23 | 2,44E-13 | 60,69 | 3,90 | 1,00 | 27,07 | 2,12 | 33,62 | 4,44 | 7,57 | 2,24 | 1,88E-12 |
| | | 1,10 | 29,78 | 2,33 | 30,69 | 4,38 | 7,01 | 2,03 | 1,15E-10 | | | 1,10 | 29,78 | 2,33 | 30,91 | 4,55 | 6,80 | 2,04 | 5,26E-10 |
| | | 1,20 | 32,49 | 2,54 | 27,99 | 4,49 | 6,23 | 1,86 | 2,32E-08 | | | 1,20 | 32,49 | 2,54 | 28,20 | 4,66 | 6,05 | 1,87 | 7,04E-08 |
| | | 1,30 | 35,19 | 2,75 | 25,28 | 4,61 | 5,48 | 1,72 | 2,15E-06 | | | 1,30 | 35,19 | 2,75 | 25,50 | 4,78 | 5,34 | 1,72 | 4,72E-06 |
| | | 1,40 | 37,90 | 2,96 | 22,57 | 4,74 | 4,76 | 1,60 | 9,77E-05 | | | 1,40 | 37,90 | 2,96 | 22,79 | 4,90 | 4,65 | 1,60 | 1,67E-04 |
| | | 1,50 | 40,61 | 3,18 | 19,86 | 4,88 | 4,07 | 1,49 | 2,34E-03 | | | 1,50 | 40,61 | 3,18 | 20,08 | 5,03 | 3,99 | 1,49 | 3,30E-03 |
| | | 1,60 | 43,32 | 3,39 | 17,16 | 5,02 | 3,42 | 1,40 | 0,03 | | | 1,60 | 43,32 | 3,39 | 17,37 | 5,17 | 3,36 | 1,40 | 0,04 |
| | | 1,70 | 46,02 | 3,60 | 14,45 | 5,16 | 2,80 | 1,31 | 0,26 | | | 1,70 | 46,02 | 3,60 | 14,67 | 5,31 | 2,76 | 1,32 | 0,29 |
| | | 1,80 | 48,73 | 3,81 | 11,74 | 5,31 | 2,21 | 1,24 | 1,36 | | | 1,80 | 48,73 | 3,81 | 11,96 | 5,46 | 2,19 | 1,25 | 1,42 |
| | | 1,90 | 51,44 | 4,02 | 9,04 | 5,47 | 1,65 | 1,18 | 4,92 | | | 1,90 | 51,44 | 4,02 | 9,25 | 5,61 | 1,65 | 1,18 | 4,94 |
| 2,00 | 54,14 | 4,23 | 6,33 | 5,63 | 1,12 | 1,12 | 13,03 | 2,00 | 54,14 | 4,23 | 6,55 | 5,76 | 1,14 | 1,12 | 12,79 | | | | |

| Aoki-Velloso Φ 30 | | | | | | | | | | Décourt-Quaresma Φ 30 | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------|---------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------|----------------|--------------------|----------------------------|-----------------|---------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------|----------------|--------------------|
| Rm (tf) | σ_R (tf) | Fator multip. | S _m (tf) | σ_s (tf) | M _s (tf) | σ_M (tf) | β | F _s | P _f (%) | Rm (tf) | σ_R (tf) | Fator multip. | S _m (tf) | σ_s (tf) | M _s (tf) | σ_M (tf) | β | F _s | P _f (%) |
| 85,45 | 6,62 | 1,00 | 38,35 | 3,14 | 47,10 | 7,33 | 6,43 | 2,23 | 6,40E-09 | 79,04 | 9,84 | 1,00 | 35,40 | 4,26 | 43,64 | 10,72 | 4,07 | 2,23 | 2,35E-03 |
| | | 1,10 | 42,19 | 3,46 | 43,26 | 7,47 | 5,79 | 2,03 | 3,42E-07 | | | 1,10 | 38,94 | 4,69 | 40,10 | 10,90 | 3,68 | 2,03 | 0,01 |
| | | 1,20 | 46,02 | 3,77 | 39,43 | 7,62 | 5,18 | 1,86 | 1,13E-05 | | | 1,20 | 42,48 | 5,11 | 36,56 | 11,09 | 3,30 | 1,86 | 0,05 |
| | | 1,30 | 49,86 | 4,09 | 35,59 | 7,78 | 4,58 | 1,71 | 2,36E-04 | | | 1,30 | 46,02 | 5,54 | 33,02 | 11,29 | 2,92 | 1,72 | 0,17 |
| | | 1,40 | 53,69 | 4,40 | 31,76 | 7,95 | 4,00 | 1,59 | 3,21E-03 | | | 1,40 | 49,56 | 5,96 | 29,48 | 11,51 | 2,56 | 1,59 | 0,52 |
| | | 1,50 | 57,53 | 4,71 | 27,92 | 8,12 | 3,44 | 1,49 | 0,03 | | | 1,50 | 53,10 | 6,39 | 25,94 | 11,73 | 2,21 | 1,49 | 1,35 |
| | | 1,60 | 61,36 | 5,03 | 24,08 | 8,31 | 2,90 | 1,39 | 0,19 | | | 1,60 | 56,64 | 6,82 | 22,40 | 11,97 | 1,87 | 1,40 | 3,07 |
| | | 1,70 | 65,20 | 5,34 | 20,25 | 8,50 | 2,38 | 1,31 | 0,86 | | | 1,70 | 60,18 | 7,24 | 18,86 | 12,22 | 1,54 | 1,31 | 6,14 |
| | | 1,80 | 69,03 | 5,66 | 16,41 | 8,71 | 1,89 | 1,24 | 2,97 | | | 1,80 | 63,72 | 7,67 | 15,32 | 12,47 | 1,23 | 1,24 | 10,97 |
| | | 1,90 | 72,87 | 5,97 | 12,58 | 8,91 | 1,41 | 1,17 | 7,91 | | | 1,90 | 67,26 | 8,09 | 11,78 | 12,74 | 0,92 | 1,18 | 17,76 |
| 2,00 | 76,71 | 6,29 | 8,74 | 9,13 | 0,96 | 1,11 | 16,90 | 2,00 | 70,80 | 8,52 | 8,24 | 13,02 | 0,63 | 1,12 | 26,34 | | | | |

| Aoki-Velloso Φ 35 | | | | | | | | | | Décourt-Quaresma Φ 35 | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------|---------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------|----------------|--------------------|----------------------------|-----------------|---------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------|----------------|--------------------|
| Rm (tf) | σ_R (tf) | Fator multip. | S _m (tf) | σ_s (tf) | M _s (tf) | σ_M (tf) | β | F _s | P _f (%) | Rm (tf) | σ_R (tf) | Fator multip. | S _m (tf) | σ_s (tf) | M _s (tf) | σ_M (tf) | β | F _s | P _f (%) |
| 95,25 | 15,14 | 1,00 | 46,02 | 7,76 | 49,23 | 17,01 | 2,89 | 2,07 | 0,19 | 86,63 | 13,97 | 1,00 | 41,84 | 7,12 | 44,79 | 15,68 | 2,86 | 2,07 | 0,21 |
| | | 1,10 | 50,63 | 8,54 | 44,62 | 17,38 | 2,57 | 1,88 | 0,51 | | | 1,10 | 46,02 | 7,83 | 40,60 | 16,02 | 2,54 | 1,88 | 0,56 |
| | | 1,20 | 55,23 | 9,32 | 40,02 | 17,78 | 2,25 | 1,72 | 1,22 | | | 1,20 | 50,21 | 8,54 | 36,42 | 16,38 | 2,22 | 1,73 | 1,31 |
| | | 1,30 | 59,83 | 10,09 | 35,42 | 18,20 | 1,95 | 1,59 | 2,58 | | | 1,30 | 54,39 | 9,25 | 32,24 | 16,76 | 1,92 | 1,59 | 2,72 |
| | | 1,40 | 64,43 | 10,87 | 30,82 | 18,64 | 1,65 | 1,48 | 4,91 | | | 1,40 | 58,57 | 9,96 | 28,05 | 17,16 | 1,63 | 1,48 | 5,11 |
| | | 1,50 | 69,03 | 11,65 | 26,21 | 19,10 | 1,37 | 1,38 | 8,50 | | | 1,50 | 62,76 | 10,68 | 23,87 | 17,58 | 1,36 | 1,38 | 8,73 |
| | | 1,60 | 73,64 | 12,42 | 21,61 | 19,58 | 1,10 | 1,29 | 13,49 | | | 1,60 | 66,94 | 11,39 | 19,69 | 18,03 | 1,09 | 1,29 | 13,74 |
| | | 1,70 | 78,24 | 13,20 | 17,01 | 20,08 | 0,85 | 1,22 | 19,85 | | | 1,70 | 71,13 | 12,10 | 15,50 | 18,48 | 0,84 | 1,22 | 20,08 |
| | | 1,80 | 82,84 | 13,97 | 12,41 | 20,60 | 0,60 | 1,15 | 27,35 | | | 1,80 | 75,31 | 12,81 | 11,32 | 18,96 | 0,60 | 1,15 | 27,52 |
| | | 1,90 | 87,44 | 14,75 | 7,80 | 21,14 | 0,37 | 1,09 | 35,60 | | | 1,90 | 79,49 | 13,52 | 7,13 | 19,44 | 0,37 | 1,09 | 35,69 |
| 2,00 | 92,05 | 15,53 | 3,20 | 21,69 | 0,15 | 1,03 | 44,13 | 2,00 | 83,68 | 14,23 | 2,95 | 19,95 | 0,15 | 1,04 | 44,12 | | | | |

| Aoki-Velloso Φ 40 | | | | | | | | | | Décourt-Quaresma Φ 40 | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------|---------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------|----------------|--------------------|----------------------------|-----------------|---------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------|----------------|--------------------|
| Rm (tf) | σ_R (tf) | Fator multip. | S _m (tf) | σ_s (tf) | M _s (tf) | σ_M (tf) | β | F _s | P _f (%) | Rm (tf) | σ_R (tf) | Fator multip. | S _m (tf) | σ_s (tf) | M _s (tf) | σ_M (tf) | β | F _s | P _f (%) |
| 128,71 | 21,11 | 1,00 | 57,53 | 11,86 | 71,18 | 24,22 | 2,94 | 2,24 | 0,16 | 101,77 | 23,79 | 1,00 | 48,45 | 11,86 | 53,33 | 26,58 | 2,01 | 2,10 | 2,24 |
| | | 1,10 | 63,28 | 13,05 | 65,42 | 24,82 | 2,64 | 2,03 | 0,42 | | | 1,10 | 53,29 | 13,04 | 48,48 | 27,13 | 1,79 | 1,91 | 3,70 |
| | | 1,20 | 69,03 | 14,24 | 59,67 | 25,47 | 2,34 | 1,86 | 0,96 | | | 1,20 | 58,13 | 14,23 | 43,64 | 27,72 | 1,57 | 1,75 | 5,77 |
| | | 1,30 | 74,79 | 15,42 | 53,92 | 26,15 | 2,06 | 1,72 | 1,96 | | | 1,30 | 62,98 | 15,42 | 38,79 | 26,58 | 1,37 | 1,62 | 8,56 |
| | | 1,40 | 80,54 | 16,61 | 48,16 | 26,86 | 1,79 | 1,60 | 3,65 | | | 1,40 | 67,82 | 16,60 | 33,95 | 29,01 | 1,17 | 1,50 | 12,10 |
| | | 1,50 | 86,29 | 17,79 | 42,41 | 27,61 | 1,54 | 1,49 | 6,23 | | | 1,50 | 72,67 | 17,78 | 29,10 | 29,70 | 0,98 | 1,40 | 16,36 |
| | | 1,60 | 92,05 | 18,98 | 36,66 | 28,39 | 1,29 | 1,40 | 9,83 | | | 1,60 | 77,51 | 18,97 | 24,26 | 30,43 | 0,80 | 1,31 | 21,27 |
| | | 1,70 | 97,80 | 20,17 | 30,91 | 29,20 | 1,06 | 1,32 | 14,49 | | | 1,70 | 82,36 | 20,16 | 19,42 | 31,18 | 0,62 | 1,24 | 26,68 |
| | | 1,80 | 103,55 | 21,35 | 25,15 | 30,03 | 0,84 | 1,24 | 20,11 | | | 1,80 | 87,20 | 21,34 | 14,57 | 31,96 | 0,46 | 1,17 | 32,42 |
| | | 1,90 | 109,30 | 22,54 | 19,40 | 30,88 | 0,63 | 1,18 | 26,50 | | | 1,90 | 92,05 | 22,53 | 9,73 | 32,77 | 0,30 | 1,11 | 38,33 |
| 2,00 | 115,06 | 23,73 | 13,65 | 31,76 | 0,43 | 1,12 | 33,37 | 2,00 | 96,89 | 23,71 | 4,88 | 33,59 | 0,15 | 1,05 | 44,22 | | | | |

| Aoki-Velloso Φ 50 | | | | | | | | | | Décourt-Quaresma Φ 50 | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------|---------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------|----------------|----------|----------------------------|-----------------|---------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------|----------------|--------|
| Rm (tf) | σ_R (tf) | Fator múltip. | S _M (tf) | σ_S (tf) | M _S (tf) | σ_M (tf) | β | F _S | Pf (%) | Rm (tf) | σ_R (tf) | Fator múltip. | S _M (tf) | σ_S (tf) | M _S (tf) | σ_M (tf) | β | F _S | Pf (%) |
| 166,46 | 15,93 | 1,00 | 76,71 | 6,43 | 89,76 | 17,17 | 5,23 | 2,17 | 8,65E-06 | 134,39 | 35,23 | 1,00 | 61,36 | 15,27 | 73,03 | 38,40 | 1,90 | 2,19 | 2,86 |
| | | 1,10 | 84,38 | 7,07 | 82,09 | 17,43 | 4,71 | 1,97 | 1,23E-04 | | | 1,10 | 67,50 | 16,79 | 66,89 | 39,03 | 1,71 | 1,99 | 4,33 |
| | | 1,20 | 92,05 | 7,71 | 74,42 | 17,70 | 4,21 | 1,81 | 1,30E-03 | | | 1,20 | 73,64 | 18,32 | 60,75 | 39,71 | 1,53 | 1,83 | 6,30 |
| | | 1,30 | 99,72 | 8,36 | 66,75 | 17,99 | 3,71 | 1,67 | 0,01 | | | 1,30 | 79,77 | 19,85 | 54,62 | 40,44 | 1,35 | 1,68 | 8,84 |
| | | 1,40 | 107,39 | 9,00 | 59,08 | 18,29 | 3,23 | 1,55 | 0,06 | | | 1,40 | 85,91 | 21,37 | 48,48 | 41,21 | 1,18 | 1,56 | 11,97 |
| | | 1,50 | 115,06 | 9,64 | 51,41 | 18,62 | 2,76 | 1,45 | 0,29 | | | 1,50 | 92,05 | 22,90 | 42,35 | 42,02 | 1,01 | 1,46 | 15,68 |
| | | 1,60 | 122,73 | 10,28 | 43,74 | 18,96 | 2,31 | 1,36 | 1,05 | | | 1,60 | 98,18 | 24,43 | 36,21 | 42,87 | 0,84 | 1,37 | 19,92 |
| | | 1,70 | 130,40 | 10,93 | 36,07 | 19,31 | 1,87 | 1,28 | 3,09 | | | 1,70 | 104,32 | 25,96 | 30,07 | 43,76 | 0,69 | 1,29 | 24,60 |
| | | 1,80 | 138,07 | 11,57 | 28,39 | 19,68 | 1,44 | 1,21 | 7,46 | | | 1,80 | 110,46 | 27,48 | 23,94 | 44,68 | 0,54 | 1,22 | 29,61 |
| | | 1,90 | 145,74 | 12,21 | 20,72 | 20,07 | 1,03 | 1,14 | 15,09 | | | 1,90 | 116,59 | 29,01 | 17,80 | 45,64 | 0,39 | 1,15 | 34,83 |
| 2,00 | 153,41 | 12,85 | 13,05 | 20,47 | 0,64 | 1,09 | 26,18 | 2,00 | 122,73 | 30,54 | 11,66 | 46,62 | 0,25 | 1,10 | 40,12 | | | | |

Fonte: Autoral, 2019.

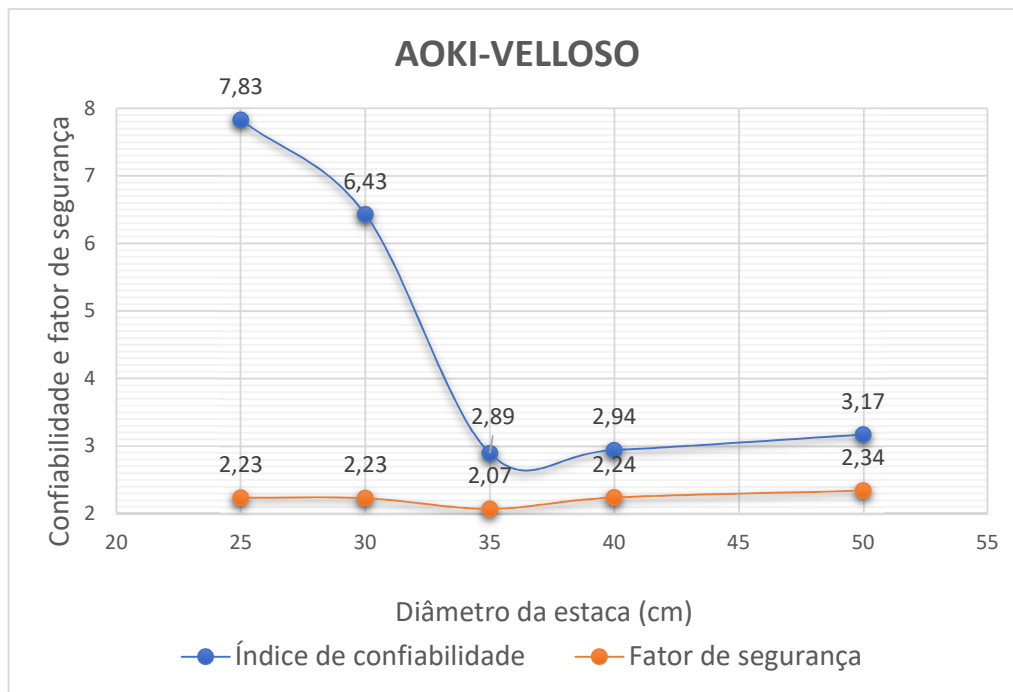
Analisando os resultados da Tabela 14, pode-se observar a princípio que à medida que o diâmetro utilizado aumenta as probabilidades de falha dos modelos resultantes do método de Aoki-Velloso também se elevam, até o diâmetro de 35 centímetros, em consequência da redução do índice de confiabilidade. A partir dos 40 centímetros, a confiabilidade volta a aumentar, gerando, conseqüentemente, a queda da probabilidade de ruína.

É possível afirmar que este comportamento de queda e posterior aumento da confiabilidade se dá pelo aumento seguido da diminuição dos desvios padrão das resistências e solicitações nas estacas. Assim, tanto os valores das resistências quanto das solicitações afastam-se das médias, mas depois aproximam-se novamente.

Já quanto à aplicação do método de Décourt-Quaresma para previsão da capacidade de carga, as probabilidades de ruína aumentam até o diâmetro máximo adotado, ou seja, a maior probabilidade de falha está associada ao modelo em que foram empregadas estacas de 50 centímetros de diâmetro. Pode-se perceber que, neste caso, os desvios padrão são significativamente maiores do que os resultantes da aplicação da metodologia de Aoki-Velloso. Então, como a confiabilidade é a relação da função margem de segurança (M_S) com desvio padrão relacionado (σ_M), conforme a equação 2-17, e este relacionado aos desvios padrão da solicitação e da resistência através da equação 2-16, o aumento nos desvios gera queda na confiabilidade da fundação. No Apêndice G é possível analisar a variação entre as capacidades de carga das estacas, tendo estacas até duas vezes mais resistentes que outras no modelo gerado pela aplicação do método de Décourt-Quaresma para estacas de 50 cm, o que gera o aumento significativo do desvio padrão.

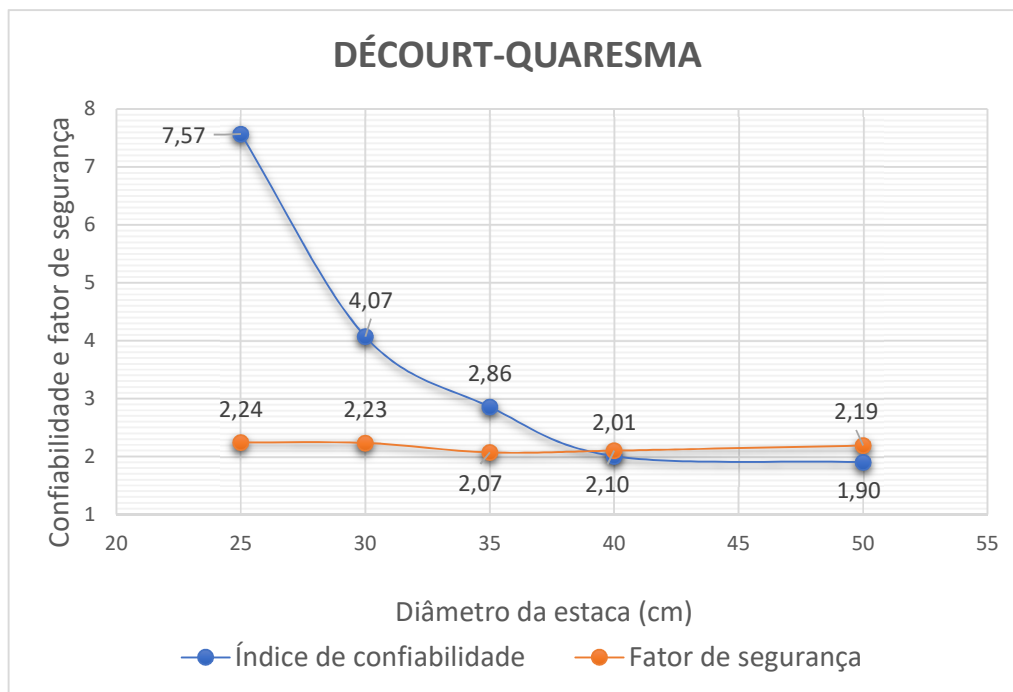
Ainda analisando os modelos com estacas de 50 centímetros de diâmetro, apesar de fornecer um sistema menos confiável do que o de Aoki-Velloso, o método de Décourt-Quaresma fornece fatores de segurança, como é apresentado nos gráficos a seguir.

Gráfico 1 Relação do índice de confiabilidade e do fator de segurança com o diâmetro - Método de Aoki-Velloso.



Fonte: Autoral, 2019.

Gráfico 2 Relação do índice de confiabilidade e do fator de segurança com o diâmetro - Método de Décourt-Quaresma.



Fonte: Autoral, 2019.

Partindo para a análise de confiabilidade referente aos resultados obtidos após as sobrecargas gradativas de 10%, é possível verificar na Tabela 14 que, em alguns estaqueamentos, a redução no fator de segurança devido ao acréscimo dos carregamentos não implica em reduções no índice de confiabilidade suficientes para transformar a fundação em um sistema inseguro, ou seja, mesmo com as sobrecargas, até certos limites, alguns dos modelos gerados ainda são suficientemente seguros, como é o caso, por exemplo, do sistema com estacas de 25 centímetros de diâmetro com acréscimo de até 50% no carregamento, conforme o método Aoki-Velloso de previsão da capacidade de carga.

De modo geral, comparando-se os modelos gerados para cada método de previsão da capacidade de carga aplicado, para diâmetros iguais, os de estacas de 25 a 35 centímetros de diâmetro apresentaram resultados relativamente semelhantes quanto à confiabilidade estrutural. A partir dos 40 centímetros, os modelos seguiram padrões diferentes quanto à segurança, sendo o método de Aoki-Velloso o que gerou sistemas de fundação mais seguros. O Apêndice H detalha graficamente estas relações entre os diâmetros e os resultados gerais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No estudo feito, percebe-se que não há um padrão exato no crescimento ou diminuição da confiabilidade que possa expressar a sua relação com o diâmetro adotado e/ou a sobrecarga que se aplica.

Assim, para a edificação em análise, é possível afirmar que, quanto ao dimensionamento da fundação feito pelo método Aoki-Velloso de previsão da capacidade de carga, os sistemas mais seguros são aqueles em que foram adotadas estacas de 25, 30 e 50 centímetros de diâmetro, retornando altos índices de confiabilidade e probabilidades de falha aproximadamente nulas.

Para os modelos gerados com os resultados de previsão da capacidade de carga encontrados através da aplicação da metodologia de Décourt-Quaresma, aqueles que apresentaram probabilidades de ruína tão baixas que se aproximam de zero são os em que foram empregadas estacas de 25 e 30 centímetros de diâmetro.

Assim, é possível afirmar que, no presente trabalho, apesar de o fator de segurança (F_s) ser diretamente relacionado ao índice de confiabilidade estrutural, o aumento do fator de segurança isoladamente não define o quão segura está a fundação, pois os sistemas com estacas de 50 centímetros, por exemplo, resultantes dos dimensionamentos conforme Aoki-Velloso e Décourt-Quaresma, se comparados, possuem comportamentos com discrepantes diferenças, pois as variações entre os carregamentos e solicitações por estaca são fatores que influenciam no índice de confiabilidade. Assim, é possível verificar que o sistema com estacas de 50 cm gerados pela aplicação da metodologia de Décourt-Quaresma resulta em F_s maior do que para o modelo de mesmo diâmetro dimensionado conforme o método Aoki-Velloso, porém o índice de confiabilidade resultante do segundo método é superior, gerando probabilidade de falha significativamente menor do que o primeiro.

De maneira análoga, pode-se perceber que, neste estudo, o aumento no diâmetro das estacas não gera, necessariamente, fundações mais seguras. Isto é, as variações dos esforços entre as estacas de um mesmo sistema têm maior influência sobre o resultado da análise de confiabilidade do que o aumento das resistências em si, pois quanto maior esta variação, mais longe os valores estarão das médias, o que leva a menores índices de confiabilidade.

Assim, é possível afirmar que a análise de confiabilidade estrutural é uma poderosa ferramenta no dimensionamento de sistemas estruturais. Após as análises, é possível fazer

comparações mais aprofundadas entre os modelos, criando a alternativa de se escolher aquele com melhor custo executivo (avaliando tempo de execução, mão-de-obra e equipamentos disponíveis, recurso financeiro, etc.) que atenda às exigências quanto à segurança da edificação.

Ainda é possível afirmar que este tipo de estudo pode gerar coeficientes de segurança menos conservadores do que os normativos e, ainda assim, levar ao desenvolvimento de um dimensionamento eficiente e seguro.

Por fim, os objetivos geral e específicos do trabalho foram atendidos. Foram calculadas as capacidades de carga das estacas do tipo hélice contínua através dos métodos semi-empíricos de Aoki-Velloso e Décourt-Quaresma para cada diâmetro empregado, de 25 a 50 centímetros, bem como as respectivas cargas admissíveis conforme NBR 6122/2010 e, com os resultados, criados os modelos e analisados quanto aos respectivos índices de confiabilidade e probabilidades de falha, sendo analisados também os mesmos modelos após o sobrecarregamento das estacas em parcelas gradativas de 10% sobre as solicitações iniciais, excedendo os valores teóricos de norma permitidos, verificando o impacto deste incremento sobre a segurança geral de cada sistema.

Também foram calculados os fatores de segurança para cada estaqueamento, conforme o aumento dos diâmetros e acréscimos de carregamento, e verificou-se que este parâmetro, isoladamente, não gera resultado suficiente para definir a segurança do modelo. Assim, reforça-se a importância da análise estrutural no dimensionamento de sistemas de fundação.

5.1. Sugestões para trabalhos futuros

Visando o aprofundamento dos estudos relacionados ao tema abordado neste trabalho, é possível sugerir abordagens para trabalhos futuros, tais como:

- Analisar a confiabilidade de sistemas otimizados de fundações em estacas de outros tipos (Frank, raiz, pré-moldada, etc.);
- Fazer a análise da confiabilidade envolvendo outras variáveis aleatórias;
- Dimensionar sistemas de fundação com profundidades fixas para as estacas, fazendo a análise de confiabilidade em seguida;
- Prosseguir com a análise dos impactos financeiros que este estudo pode ter caso seja empregado para a tomada de decisão de qual diâmetro de estaca adotar;

- Fazer estudo da confiabilidade de edificações com fundações em estacas do tipo hélice contínua considerando os momentos nos pilares, levando em conta os diferentes carregamentos entre estacas de um mesmo bloco.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, Urbano R. **Exercícios de fundações**. São Paulo: Edgard Blucher, 1983.
- AOKI, Nelson et al. **Determinação do índice de confiabilidade e da probabilidade de ruína de fundações em estacas: estudo de caso**. Associação Sul Americana de Engenharia Estrutural (ASAE). São Carlos: SGS, 2018.
- AOKI, Nelson; VELLOSO, Dirceu de Alencar. **An Approximated method to estimate the bearing capacity of piles**. In: PANAMERICAN CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATIONS ENGINEERING, 5., 1975. Buenos Aires, v. 1, p. 367-376.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR – 6122 Projeto e Execução de Fundações**. Rio de Janeiro, 2010.
- CINTRA, José Carlos A.; AOKI, Nelson. **Fundações por estacas: projeto geotécnico**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- DÉCOURT, Luciano; QUARESMA, Arthur R. **Capacidade de carga de estacas a partir de valores de SPT**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES, 6., 1978. Rio de Janeiro, v. 1, p.45-54.
- DEFILTRO, Vinícius F.; GOMES, Wellison José de S. Análise de confiabilidade estrutural de problemas baseados na Mecânica dos Sólidos. **Revista Eletrônica de Engenharia**. SC, v. 12, n. 2, p. 14-25, jun. 2016. ISSN: 2179-0612. DOI: 10.5612/ reec.V12i2.37390.
- D-GEO, Geologia e Engenharia Ambiental. **Relatório de sondagem à percussão**. São Paulo, ago. 2012.
- FONTELES, Helano Regis da N. **Caracterização Geotécnica do subsolo da porção nordeste do município de Fortaleza (CE) com base em Geostatística**. São Carlos, 2003.
- GEOFIX. **Catálogo Serviços especiais de fundação**. São Paulo: Geofix, 2012.
- HACHICH, Waldemar et al. **Fundações: teoria e prática**. 2ª ed. São Paulo, PINI: 1998.
- LOPES, Marcela Torno de A. **Análise de confiabilidade de estruturas aplicada ao projeto de reforço à força cortante em vigas de concreto armado com compósitos de fibra de carbono**. Rio de Janeiro: PUC, 2007.

MONTEIRO, Tiago Melo et al. Análise de métodos semi-empíricos nacionais e internacionais para determinação da capacidade de carga axial em estacas do tipo raiz. **Revista Tecnologia**. Fortaleza, CE, v. 38, n. 2, p. 1-16, dez. 2017. e-ISSN: 2318-0730. DOI: 10.5020/23180730.

NUERNBERG, Marcos F. **Estacas do tipo hélice contínua monitodara (EHC): dimensionamento através de métodos semi-empíricos**. Santa Catarina, 2014.

SALAHUDEEN, Bunyamin Anigilaje; KAURA, Jibrin Muhammed. Reliability based analysis of foundation settlement. **Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies**. Zaria, Nigeria, v. 30, p. 127-148, jun. 2017. ISSN 1583-1078.

SILVA, Fernanda Cristina da. **Análise de segurança e confiabilidade de fundações profundas em estacas**. São Carlos: USP, 2003.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Cálculo da capacidade de carga das estacas dos pilares P01, P02, P05 e P06

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO AOKI-VELLOSO $\Phi 25$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N_{SPR} (MPa) | K (Mpa) | α (%) | r_p (kPa) | r_L (kPa) | $r_p/F1$ (kPa) | $r_L/F2$ (kPa) | P_L (kN) | P_P (kN) | P_R (kN) | $P_L/0,8$ (kN) | $P_R/2$ (kN) | P_{adm} (kN) | P_{adm} (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|-----------------|---------|--------------|-------------|-------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|----------------|--------------|----------------|----------------|
| Argila arenosa | 1,00 | 1,00 | 0,03 | 0,350 | 2,40 | 11 | 0,25 | 5 | 0,06 | 0,05 | 0,26 | 0,31 | 0,06 | 0,16 | 0,06 | 0,01 |
| Argila arenosa | 1,00 | 2,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,05 | - | 0,05 | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,00 |
| Argila arenosa | 1,00 | 3,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,05 | - | 0,05 | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,00 |
| Argila arenosa | 0,46 | 3,46 | 7,00 | 0,350 | 2,40 | 2.450 | 58,80 | 1.225 | 14,70 | 5,36 | 60,15 | 65,51 | 6,70 | 32,76 | 6,70 | 0,67 |
| Areia | 0,54 | 4,00 | 7,00 | 1,000 | 1,40 | 7.000 | 98,00 | 3.500 | 24,50 | 15,75 | 171,85 | 187,60 | 19,69 | 93,80 | 19,69 | 1,97 |
| Areia | 1,00 | 5,00 | 6,00 | 1,000 | 1,40 | 6.000 | 84,00 | 3.000 | 21,00 | 32,24 | 147,30 | 179,54 | 40,30 | 89,77 | 40,30 | 4,03 |
| Areia | 1,00 | 6,00 | 5,00 | 1,000 | 1,40 | 5.000 | 70,00 | 2.500 | 17,50 | 45,98 | 122,75 | 168,73 | 57,48 | 84,37 | 57,48 | 5,75 |
| Areia | 1,00 | 7,00 | 10,00 | 1,000 | 1,40 | 10.000 | 140,00 | 5.000 | 35,00 | 73,47 | 245,50 | 318,97 | 91,84 | 159,49 | 91,84 | 9,18 |
| Areia | 0,45 | 7,45 | 3,00 | 1,000 | 1,40 | 3.000 | 42,00 | 1.500 | 10,50 | 77,18 | 73,65 | 150,83 | 96,48 | 75,42 | 75,42 | 7,54 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 3,00 | 1,000 | 1,40 | 3.000 | 42,00 | 1.500 | 10,50 | 81,72 | 73,65 | 155,37 | 102,15 | 77,69 | 77,69 | 7,77 |
| Areia | 1,00 | 9,00 | 9,00 | 1,000 | 1,40 | 9.000 | 126,00 | 4.500 | 31,50 | 106,46 | 220,95 | 327,41 | 133,08 | 163,71 | 133,08 | 13,31 |
| Areia | 0,45 | 9,45 | 5,00 | 1,000 | 1,40 | 5.000 | 70,00 | 2.500 | 17,50 | 112,65 | 122,75 | 235,40 | 140,81 | 117,70 | 117,70 | 11,77 |
| Areia argilosa | 0,55 | 10,00 | 5,00 | 0,600 | 3,00 | 3.000 | 90,00 | 1.500 | 22,50 | 122,37 | 73,65 | 196,02 | 152,96 | 98,01 | 98,01 | 9,80 |
| Areia argilosa | 1,00 | 11,00 | 5,00 | 0,600 | 3,00 | 3.000 | 90,00 | 1.500 | 22,50 | 140,04 | 73,65 | 213,69 | 175,05 | 106,85 | 106,85 | 10,69 |
| Areia argilosa | 1,00 | 12,00 | 5,00 | 0,600 | 3,00 | 3.000 | 90,00 | 1.500 | 22,50 | 157,71 | 73,65 | 231,36 | 197,14 | 115,68 | 115,68 | 11,57 |
| Areia argilosa | 1,00 | 13,00 | 8,00 | 0,600 | 3,00 | 4.800 | 144,00 | 2.400 | 36,00 | 185,98 | 117,84 | 303,82 | 232,48 | 151,91 | 151,91 | 15,19 |
| Areia argilosa | 0,45 | 13,45 | 13,00 | 0,600 | 3,00 | 7.800 | 234,00 | 3.900 | 58,50 | 206,66 | 191,49 | 398,15 | 258,33 | 199,08 | 199,08 | 19,91 |
| Argila arenosa | 0,55 | 14,00 | 13,00 | 0,350 | 2,40 | 4.550 | 109,20 | 2.275 | 27,30 | 218,45 | 111,70 | 330,15 | 273,06 | 165,08 | 165,08 | 16,51 |
| Argila arenosa | 1,00 | 15,00 | 19,00 | 0,350 | 2,40 | 6.650 | 159,60 | 3.325 | 39,90 | 249,79 | 163,26 | 413,05 | 312,24 | 206,53 | 206,53 | 20,65 |
| Argila arenosa | 1,00 | 16,00 | 33,00 | 0,350 | 2,40 | 11.550 | 277,20 | 5.775 | 69,30 | 304,22 | 283,55 | 587,77 | 380,28 | 293,89 | 293,89 | 29,39 |
| Argila arenosa | 1,00 | 17,00 | 40,00 | 0,350 | 2,40 | 14.000 | 336,00 | 7.000 | 84,00 | 370,19 | 343,70 | 713,89 | 462,74 | 356,95 | 300,00 | 30,00 |
| Argila arenosa | 1,00 | 18,00 | 44,00 | 0,350 | 2,40 | 15.400 | 369,60 | 7.700 | 92,40 | 442,76 | 378,07 | 820,83 | 553,45 | 410,42 | 300,00 | 30,00 |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Aoki-Veloso |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO DÉCOURT-QUARESMA $\Phi 25$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N _{SPT} (MPa) | N _{SPT} corrigido (MPa) | \bar{N}_{SPT} (MPa) | K (Mpa) | α | β | q _p (kPa) | q _s (kPa) | $\alpha \cdot q_p \cdot A_p$ (kN) | $\beta \cdot q_s \cdot A_s$ (kN) | PR (kN) | PL/0,8 (kN) | PR/2 (kN) | Padm (kN) | Padm (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|---------|----------|---------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | | 1,00 | 0,03 | 3,00 | | | | | | | | | | | | | |
| Argila | 1 | 2,00 | - | 3,00 | 0,01 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1 | 20,00 | 0 | 16 | 15,72 | 19,64 | 7,86 | 7,86 | 0,79 |
| Argila | 1 | 3,00 | - | 3,00 | 2,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 233 | 20,00 | 3 | 31 | 34,85 | 39,28 | 17,43 | 17,43 | 1,74 |
| Argila | 0,46 | 3,46 | 7,00 | 7,00 | 4,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 467 | 33,33 | 6,88 | 43,46 | 50,34 | 54,33 | 25,17 | 25,17 | 2,52 |
| Areia | 0,54 | 4,00 | 7,00 | 7,00 | 6,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.334 | 33,33 | 19,65 | 57,6 | 77,25 | 72,00 | 38,63 | 38,63 | 3,86 |
| Areia | 1 | 5,00 | 6,00 | 6,00 | 6,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.200 | 30 | 17,68 | 81,16 | 98,84 | 101,45 | 49,42 | 49,42 | 4,94 |
| Areia | 1 | 6,00 | 5,00 | 5,00 | 7,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.400 | 26,67 | 20,62 | 102,11 | 122,73 | 127,64 | 61,37 | 61,37 | 6,14 |
| Areia | 1 | 7,00 | 10,00 | 10,00 | 6,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.200 | 43,33 | 17,68 | 136,14 | 153,82 | 170,18 | 76,91 | 76,91 | 7,69 |
| Areia | 0,45 | 7,45 | 3,00 | 3,00 | 5,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.066 | 20 | 15,7 | 143,21 | 158,91 | 179,01 | 79,46 | 79,46 | 7,95 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 3,00 | 3,00 | 5,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.000 | 20 | 14,73 | 151,85 | 166,58 | 189,81 | 83,29 | 83,29 | 8,33 |
| Areia | 1 | 9,00 | 9,00 | 9,00 | 5,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.134 | 40 | 16,7 | 183,27 | 199,97 | 229,09 | 99,99 | 99,99 | 10,00 |
| Areia | 0,45 | 9,45 | 5,00 | 5,00 | 6,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.266 | 26,67 | 19 | 193 | 211,35 | 240,88 | 105,68 | 105,68 | 10,57 |
| Areia | 0,55 | 10,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.000 | 26,67 | 15 | 204 | 218,95 | 255,28 | 109,48 | 109,48 | 10,95 |
| Areia | 1 | 11,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.000 | 26,67 | 14,73 | 225,17 | 239,90 | 281,46 | 119,95 | 119,95 | 12,00 |
| Areia | 1 | 12,00 | 5,00 | 5,00 | 6,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.200 | 26,67 | 17,68 | 246,12 | 263,80 | 307,65 | 131,90 | 131,90 | 13,19 |
| Areia | 1 | 13,00 | 8,00 | 8,00 | 8,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.734 | 36,67 | 25,54 | 274,92 | 300,46 | 343,65 | 150,23 | 150,23 | 15,02 |
| Areia | 0,45 | 13,45 | 13,00 | 13,00 | 11,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 2.266 | 53,33 | 33,38 | 293,77 | 327,15 | 367,21 | 163,58 | 163,58 | 16,36 |
| Argila | 0,55 | 14,00 | 13,00 | 13,00 | 15,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.500 | 53,33 | 22,1 | 316,81 | 338,91 | 396,01 | 169,46 | 169,46 | 16,95 |
| Argila | 1 | 15,00 | 19,00 | 19,00 | 21,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2.167 | 73,33 | 31,92 | 374,4 | 406,32 | 468,00 | 203,16 | 203,16 | 20,32 |
| Argila | 1 | 16,00 | 33,00 | 33,00 | 30,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3.067 | 120 | 45,18 | 468,65 | 513,83 | 585,81 | 256,92 | 256,92 | 25,69 |
| Argila | 1 | 17,00 | 40,00 | 40,00 | 39,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3.900 | 143,33 | 57,45 | 581,22 | 638,67 | 726,53 | 319,34 | 300,00 | 30,00 |
| | 1 | 18,00 | 44,00 | 44,00 | | | | | | | | | | | | | |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Décourt-Quaresma |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO AOKI-VELLOSO $\Phi 30$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N_{SPT} (MPa) | K (Mpa) | α (%) | r_p (kPa) | r_L (kPa) | $r_p/F1$ (kPa) | $r_L/F2$ (kPa) | P_L (kN) | P_P (kN) | P_R (kN) | PL/0,8 (kN) | PR/2 (kN) | P_{adm} (kN) | P_{adm} (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|-----------------|---------|--------------|-------------|-------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|-------------|-----------|----------------|----------------|
| Argila arenosa | 1,00 | 1,00 | 0,03 | 0,350 | 2,40 | 11 | 0,25 | 5 | 0,06 | 0,06 | 0,37 | 0,43 | 0,08 | 0,22 | 0,08 | 0,01 |
| Argila arenosa | 1,00 | 2,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,06 | - | 0,06 | 0,08 | 0,03 | 0,03 | 0,00 |
| Argila arenosa | 1,00 | 3,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,06 | - | 0,06 | 0,08 | 0,03 | 0,03 | 0,00 |
| Argila arenosa | 0,46 | 3,46 | 7,00 | 0,350 | 2,40 | 2.450 | 58,80 | 1.225 | 14,70 | 6,43 | 86,61 | 93,04 | 8,04 | 46,52 | 8,04 | 0,80 |
| Areia | 0,54 | 4,00 | 7,00 | 1,000 | 1,40 | 7.000 | 98,00 | 3.500 | 24,50 | 18,90 | 247,45 | 266,35 | 23,63 | 133,18 | 23,63 | 2,36 |
| Areia | 1,00 | 5,00 | 6,00 | 1,000 | 1,40 | 6.000 | 84,00 | 3.000 | 21,00 | 38,69 | 212,10 | 250,79 | 48,36 | 125,40 | 48,36 | 4,84 |
| Areia | 1,00 | 6,00 | 5,00 | 1,000 | 1,40 | 5.000 | 70,00 | 2.500 | 17,50 | 55,18 | 176,75 | 231,93 | 68,98 | 115,97 | 68,98 | 6,90 |
| Areia | 1,00 | 7,00 | 10,00 | 1,000 | 1,40 | 10.000 | 140,00 | 5.000 | 35,00 | 88,17 | 353,50 | 441,67 | 110,21 | 220,84 | 110,21 | 11,02 |
| Areia | 0,45 | 7,45 | 3,00 | 1,000 | 1,40 | 3.000 | 42,00 | 1.500 | 10,50 | 92,62 | 106,05 | 198,67 | 115,78 | 99,34 | 99,34 | 9,93 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 3,00 | 1,000 | 1,40 | 3.000 | 42,00 | 1.500 | 10,50 | 98,06 | 106,05 | 204,11 | 122,58 | 102,06 | 102,06 | 10,21 |
| Areia | 1,00 | 9,00 | 9,00 | 1,000 | 1,40 | 9.000 | 126,00 | 4.500 | 31,50 | 127,75 | 318,15 | 445,90 | 159,69 | 222,95 | 159,69 | 15,97 |
| Areia | 0,45 | 9,45 | 5,00 | 1,000 | 1,40 | 5.000 | 70,00 | 2.500 | 17,50 | 135,17 | 176,75 | 311,92 | 168,96 | 155,96 | 155,96 | 15,60 |
| Areia argilosa | 0,55 | 10,00 | 5,00 | 0,600 | 3,00 | 3.000 | 90,00 | 1.500 | 22,50 | 146,83 | 106,05 | 252,88 | 183,54 | 126,44 | 126,44 | 12,64 |
| Areia argilosa | 1,00 | 11,00 | 5,00 | 0,600 | 3,00 | 3.000 | 90,00 | 1.500 | 22,50 | 168,04 | 106,05 | 274,09 | 210,05 | 137,05 | 137,05 | 13,71 |
| Areia argilosa | 1,00 | 12,00 | 5,00 | 0,600 | 3,00 | 3.000 | 90,00 | 1.500 | 22,50 | 189,25 | 106,05 | 295,30 | 236,56 | 147,65 | 147,65 | 14,77 |
| Areia argilosa | 1,00 | 13,00 | 8,00 | 0,600 | 3,00 | 4.800 | 144,00 | 2.400 | 36,00 | 223,18 | 169,68 | 392,86 | 278,98 | 196,43 | 196,43 | 19,64 |
| Areia argilosa | 0,45 | 13,45 | 13,00 | 0,600 | 3,00 | 7.800 | 234,00 | 3.900 | 58,50 | 247,99 | 275,73 | 523,72 | 309,99 | 261,86 | 261,86 | 26,19 |
| Argila arenosa | 0,55 | 14,00 | 13,00 | 0,350 | 2,40 | 4.550 | 109,20 | 2.275 | 27,30 | 262,14 | 160,84 | 422,98 | 327,68 | 211,49 | 211,49 | 21,15 |
| Argila arenosa | 1,00 | 15,00 | 19,00 | 0,350 | 2,40 | 6.650 | 159,60 | 3.325 | 39,90 | 299,75 | 235,08 | 534,83 | 374,69 | 267,42 | 267,42 | 26,74 |
| Argila arenosa | 1,00 | 16,00 | 33,00 | 0,350 | 2,40 | 11.550 | 277,20 | 5.775 | 69,30 | 365,07 | 408,29 | 773,36 | 456,34 | 386,68 | 386,68 | 38,67 |
| Argila arenosa | 1,00 | 17,00 | 40,00 | 0,350 | 2,40 | 14.000 | 336,00 | 7.000 | 84,00 | 444,24 | 494,90 | 939,14 | 555,30 | 469,57 | 450,00 | 45,00 |
| Argila arenosa | 1,00 | 18,00 | 44,00 | 0,350 | 2,40 | 15.400 | 369,60 | 7.700 | 92,40 | 531,33 | 544,39 | 1.075,72 | 664,16 | 537,86 | 450,00 | 45,00 |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Aoki-Veloso |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO DÉCOURT-QUARESMA $\Phi 30$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N _{SPT} (MPa) | N _{SPT} corrigido (MPa) | \bar{N}_{SPT} (MPa) | K (Mpa) | α | β | q _p (kPa) | q _s (kPa) | $\alpha \cdot q_p \cdot A_p$ (kN) | $\beta \cdot q_s \cdot A_s$ (kN) | P _R (kN) | PL/0,8 (kN) | PR/2 (kN) | P _{adm} (kN) | P _{adm} (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|---------|----------|---------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| | | 1,00 | 0,03 | 3,00 | | | | | | | | | | | | | |
| Argila | 1 | 2,00 | - | 3,00 | 0,01 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1 | 20,00 | 0 | 19 | 18,87 | 23,56 | 9,44 | 9,44 | 0,94 |
| Argila | 1 | 3,00 | - | 3,00 | 2,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 233 | 20,00 | 5 | 38 | 42,64 | 47,13 | 21,32 | 21,32 | 2,13 |
| Argila | 0,46 | 3,46 | 7,00 | 7,00 | 4,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 467 | 33,33 | 9,91 | 52,15 | 62,06 | 65,19 | 31,03 | 31,03 | 3,10 |
| Areia | 0,54 | 4,00 | 7,00 | 7,00 | 6,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.334 | 33,33 | 28,29 | 69,11 | 97,40 | 86,39 | 48,70 | 48,70 | 4,87 |
| Areia | 1 | 5,00 | 6,00 | 6,00 | 6,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.200 | 30 | 25,45 | 97,39 | 122,84 | 121,74 | 61,42 | 61,42 | 6,14 |
| Areia | 1 | 6,00 | 5,00 | 5,00 | 7,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.400 | 26,67 | 29,69 | 122,53 | 152,22 | 153,16 | 76,11 | 76,11 | 7,61 |
| Areia | 1 | 7,00 | 10,00 | 10,00 | 6,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.200 | 43,33 | 25,45 | 163,37 | 188,82 | 204,21 | 94,41 | 94,41 | 9,44 |
| Areia | 0,45 | 7,45 | 3,00 | 3,00 | 5,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.066 | 20 | 22,61 | 171,85 | 194,46 | 214,81 | 97,23 | 97,23 | 9,72 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 3,00 | 3,00 | 5,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.000 | 20 | 21,21 | 182,22 | 203,43 | 227,78 | 101,72 | 101,72 | 10,17 |
| Areia | 1 | 9,00 | 9,00 | 9,00 | 5,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.134 | 40 | 24,05 | 219,92 | 243,97 | 274,90 | 121,99 | 121,99 | 12,20 |
| Areia | 0,45 | 9,45 | 5,00 | 5,00 | 6,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.266 | 26,67 | 27 | 231 | 258,08 | 289,04 | 129,04 | 129,04 | 12,90 |
| Areia | 0,55 | 10,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.000 | 26,67 | 21 | 245 | 266,27 | 306,33 | 133,14 | 133,14 | 13,31 |
| Areia | 1 | 11,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.000 | 26,67 | 21,21 | 270,2 | 291,41 | 337,75 | 145,71 | 145,71 | 14,57 |
| Areia | 1 | 12,00 | 5,00 | 5,00 | 6,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.200 | 26,67 | 25,45 | 295,34 | 320,79 | 369,18 | 160,40 | 160,40 | 16,04 |
| Areia | 1 | 13,00 | 8,00 | 8,00 | 8,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.734 | 36,67 | 36,78 | 329,9 | 366,68 | 412,38 | 183,34 | 183,34 | 18,33 |
| Areia | 0,45 | 13,45 | 13,00 | 13,00 | 11,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 2.266 | 53,33 | 48,06 | 352,52 | 400,58 | 440,65 | 200,29 | 200,29 | 20,03 |
| Argila | 0,55 | 14,00 | 13,00 | 13,00 | 15,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.500 | 53,33 | 31,82 | 380,16 | 411,98 | 475,20 | 205,99 | 205,99 | 20,60 |
| Argila | 1 | 15,00 | 19,00 | 19,00 | 21,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2.167 | 73,33 | 45,96 | 449,27 | 495,23 | 561,59 | 247,62 | 247,62 | 24,76 |
| Argila | 1 | 16,00 | 33,00 | 33,00 | 30,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3.067 | 120 | 65,05 | 562,37 | 627,42 | 702,96 | 313,71 | 313,71 | 31,37 |
| Argila | 1 | 17,00 | 40,00 | 40,00 | 39,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3.900 | 143,33 | 82,72 | 697,46 | 780,18 | 871,83 | 390,09 | 390,09 | 39,01 |
| | 1 | 18,00 | 44,00 | | | | | | | | | | | | | | |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Décourt-Quaresma |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO AOKI-VELLOSO $\Phi 35$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N_{SPT} (MPa) | K (Mpa) | α (%) | r_p (kPa) | r_L (kPa) | $r_p/F1$ (kPa) | $r_L/F2$ (kPa) | P_L (kN) | P_P (kN) | P_R (kN) | $P_L/0,8$ (kN) | $P_R/2$ (kN) | P_{adm} (kN) | P_{adm} (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|-----------------|---------|--------------|-------------|-------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|----------------|--------------|----------------|----------------|
| Argila arenosa | 1,00 | 1,00 | 0,03 | 0,350 | 2,40 | 11 | 0,25 | 5 | 0,06 | 0,07 | 0,51 | 0,58 | 0,09 | 0,29 | 0,09 | 0,01 |
| Argila arenosa | 1,00 | 2,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,07 | - | 0,07 | 0,09 | 0,04 | 0,04 | 0,00 |
| Argila arenosa | 1,00 | 3,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,07 | - | 0,07 | 0,09 | 0,04 | 0,04 | 0,00 |
| Argila arenosa | 0,46 | 3,46 | 7,00 | 0,350 | 2,40 | 2.450 | 58,80 | 1.225 | 14,70 | 7,51 | 117,85 | 125,36 | 9,39 | 62,68 | 9,39 | 0,94 |
| Areia | 0,54 | 4,00 | 7,00 | 1,000 | 1,40 | 7.000 | 98,00 | 3.500 | 24,50 | 22,06 | 336,70 | 358,76 | 27,58 | 179,38 | 27,58 | 2,76 |
| Areia | 1,00 | 5,00 | 6,00 | 1,000 | 1,40 | 6.000 | 84,00 | 3.000 | 21,00 | 45,15 | 288,60 | 333,75 | 56,44 | 166,88 | 56,44 | 5,64 |
| Areia | 1,00 | 6,00 | 5,00 | 1,000 | 1,40 | 5.000 | 70,00 | 2.500 | 17,50 | 64,39 | 240,50 | 304,89 | 80,49 | 152,45 | 80,49 | 8,05 |
| Areia | 1,00 | 7,00 | 10,00 | 1,000 | 1,40 | 10.000 | 140,00 | 5.000 | 35,00 | 102,88 | 481,00 | 583,88 | 128,60 | 291,94 | 128,60 | 12,86 |
| Areia | 0,45 | 7,45 | 3,00 | 1,000 | 1,40 | 3.000 | 42,00 | 1.500 | 10,50 | 108,08 | 144,30 | 252,38 | 135,10 | 126,19 | 126,19 | 12,62 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 3,00 | 1,000 | 1,40 | 3.000 | 42,00 | 1.500 | 10,50 | 114,43 | 144,30 | 258,73 | 143,04 | 129,37 | 129,37 | 12,94 |
| Areia | 1,00 | 9,00 | 9,00 | 1,000 | 1,40 | 9.000 | 126,00 | 4.500 | 31,50 | 149,07 | 432,90 | 581,97 | 186,34 | 290,99 | 186,34 | 18,63 |
| Areia | 0,45 | 9,45 | 5,00 | 1,000 | 1,40 | 5.000 | 70,00 | 2.500 | 17,50 | 157,73 | 240,50 | 398,23 | 197,16 | 199,12 | 197,16 | 19,72 |
| Areia argilosa | 0,55 | 10,00 | 5,00 | 0,600 | 3,00 | 3.000 | 90,00 | 1.500 | 22,50 | 171,34 | 144,30 | 315,64 | 214,18 | 157,82 | 157,82 | 15,78 |
| Areia argilosa | 1,00 | 11,00 | 5,00 | 0,600 | 3,00 | 3.000 | 90,00 | 1.500 | 22,50 | 196,08 | 144,30 | 340,38 | 245,10 | 170,19 | 170,19 | 17,02 |
| Areia argilosa | 1,00 | 12,00 | 5,00 | 0,600 | 3,00 | 3.000 | 90,00 | 1.500 | 22,50 | 220,82 | 144,30 | 365,12 | 276,03 | 182,56 | 182,56 | 18,26 |
| Areia argilosa | 1,00 | 13,00 | 8,00 | 0,600 | 3,00 | 4.800 | 144,00 | 2.400 | 36,00 | 260,41 | 230,88 | 491,29 | 325,51 | 245,65 | 245,65 | 24,57 |
| Areia argilosa | 0,45 | 13,45 | 13,00 | 0,600 | 3,00 | 7.800 | 234,00 | 3.900 | 58,50 | 289,36 | 375,18 | 664,54 | 361,70 | 332,27 | 332,27 | 33,23 |
| Argila arenosa | 0,55 | 14,00 | 13,00 | 0,350 | 2,40 | 4.550 | 109,20 | 2.275 | 27,30 | 305,87 | 218,86 | 524,73 | 382,34 | 262,37 | 262,37 | 26,24 |
| Argila arenosa | 1,00 | 15,00 | 19,00 | 0,350 | 2,40 | 6.650 | 159,60 | 3.325 | 39,90 | 349,74 | 319,87 | 669,61 | 437,18 | 334,81 | 334,81 | 33,48 |
| Argila arenosa | 1,00 | 16,00 | 33,00 | 0,350 | 2,40 | 11.550 | 277,20 | 5.775 | 69,30 | 425,94 | 555,56 | 981,50 | 532,43 | 490,75 | 490,75 | 49,08 |
| Argila arenosa | 1,00 | 17,00 | 40,00 | 0,350 | 2,40 | 14.000 | 336,00 | 7.000 | 84,00 | 518,31 | 673,40 | 1.191,71 | 647,89 | 595,86 | 595,86 | 59,59 |
| Argila arenosa | 1,00 | 18,00 | 44,00 | 0,350 | 2,40 | 15.400 | 369,60 | 7.700 | 92,40 | 619,91 | 740,74 | 1.360,65 | 774,89 | 680,33 | 600,00 | 60,00 |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Aoki-Velloso |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO DÉCOURT-QUARESMA $\Phi 35$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N _{SPT} (MPa) | N _{SPT} corrigido (MPa) | \bar{N}_{SPT} (MPa) | K (Mpa) | α | β | q _p (kPa) | q _s (kPa) | $\alpha \cdot q_p \cdot A_p$ (kN) | $\beta \cdot q_s \cdot A_s$ (kN) | PR (kN) | PL/0,8 (kN) | PR/2 (kN) | Padm (kN) | Padm (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|---------|----------|---------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | | 1,00 | 0,03 | 3,00 | | | | | | | | | | | | | |
| Argila | 1 | 2,00 | - | 3,00 | 0,01 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1 | 20,00 | 0 | 22 | 22,02 | 27,49 | 11,01 | 11,01 | 1,10 |
| Argila | 1 | 3,00 | - | 3,00 | 2,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 233 | 20,00 | 7 | 44 | 50,70 | 54,98 | 25,35 | 25,35 | 2,54 |
| Argila | 0,46 | 3,46 | 7,00 | 7,00 | 4,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 467 | 33,33 | 13,48 | 60,84 | 74,32 | 76,05 | 37,16 | 37,16 | 3,72 |
| Areia | 0,54 | 4,00 | 7,00 | 7,00 | 6,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.334 | 33,33 | 38,5 | 80,63 | 119,13 | 100,79 | 59,57 | 59,57 | 5,96 |
| Areia | 1 | 5,00 | 6,00 | 6,00 | 6,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.200 | 30 | 34,63 | 113,62 | 148,25 | 142,03 | 74,13 | 74,13 | 7,41 |
| Areia | 1 | 6,00 | 5,00 | 5,00 | 7,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.400 | 26,67 | 40,4 | 142,95 | 183,35 | 178,69 | 91,68 | 91,68 | 9,17 |
| Areia | 1 | 7,00 | 10,00 | 10,00 | 6,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.200 | 43,33 | 34,63 | 190,6 | 225,23 | 238,25 | 112,62 | 112,62 | 11,26 |
| Areia | 0,45 | 7,45 | 3,00 | 3,00 | 5,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.066 | 20 | 30,76 | 200,5 | 231,26 | 250,63 | 115,63 | 115,63 | 11,56 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 3,00 | 3,00 | 5,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.000 | 20 | 28,86 | 212,6 | 241,46 | 265,75 | 120,73 | 120,73 | 12,07 |
| Areia | 1 | 9,00 | 9,00 | 9,00 | 5,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.134 | 40 | 32,73 | 256,58 | 289,31 | 320,73 | 144,66 | 144,66 | 14,47 |
| Areia | 0,45 | 9,45 | 5,00 | 5,00 | 6,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.266 | 26,67 | 37 | 270 | 306,32 | 337,23 | 153,16 | 153,16 | 15,32 |
| Areia | 0,55 | 10,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.000 | 26,67 | 29 | 286 | 314,77 | 357,39 | 157,39 | 157,39 | 15,74 |
| Areia | 1 | 11,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.000 | 26,67 | 28,86 | 315,24 | 344,10 | 394,05 | 172,05 | 172,05 | 17,21 |
| Areia | 1 | 12,00 | 5,00 | 5,00 | 6,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.200 | 26,67 | 34,63 | 344,57 | 379,20 | 430,71 | 189,60 | 189,60 | 18,96 |
| Areia | 1 | 13,00 | 8,00 | 8,00 | 8,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.734 | 36,67 | 50,04 | 384,89 | 434,93 | 481,11 | 217,47 | 217,47 | 21,75 |
| Areia | 0,45 | 13,45 | 13,00 | 13,00 | 11,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 2.266 | 53,33 | 65,4 | 411,28 | 476,68 | 514,10 | 238,34 | 238,34 | 23,83 |
| Argila | 0,55 | 14,00 | 13,00 | 13,00 | 15,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.500 | 53,33 | 43,29 | 443,53 | 486,82 | 554,41 | 243,41 | 243,41 | 24,34 |
| Argila | 1 | 15,00 | 19,00 | 19,00 | 21,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2.167 | 73,33 | 62,54 | 524,16 | 586,70 | 655,20 | 293,35 | 293,35 | 29,34 |
| Argila | 1 | 16,00 | 33,00 | 33,00 | 30,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3.067 | 120 | 88,51 | 656,11 | 744,62 | 820,14 | 372,31 | 372,31 | 37,23 |
| Argila | 1 | 17,00 | 40,00 | 40,00 | 39,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3.900 | 143,33 | 112,55 | 813,72 | 926,27 | 1.017,15 | 463,14 | 463,14 | 46,31 |
| | 1 | 18,00 | 44,00 | | | | | | | | | | | | | | |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Décourt-Quaresma |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO AOKI-VELLOSO $\Phi 40$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N_{SPT} (MPa) | K (Mpa) | α (%) | r_p (kPa) | r_L (kPa) | $r_p/F1$ (kPa) | $r_L/F2$ (kPa) | PL (kN) | PP (kN) | PR (kN) | PL/0,8 (kN) | PR/2 (kN) | Padm (kN) | Padm (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|-----------------|---------|--------------|-------------|-------------|----------------|----------------|---------|---------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| Argila arenosa | 1,00 | 1,00 | 0,03 | 0,350 | 2,40 | 11 | 0,25 | 5 | 0,06 | 0,08 | 0,66 | 0,74 | 0,10 | 0,37 | 0,10 | 0,01 |
| Argila arenosa | 1,00 | 2,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,08 | - | 0,08 | 0,10 | 0,04 | 0,04 | 0,00 |
| Argila arenosa | 1,00 | 3,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,08 | - | 0,08 | 0,10 | 0,04 | 0,04 | 0,00 |
| Argila arenosa | 0,46 | 3,46 | 7,00 | 0,350 | 2,40 | 2.450 | 58,80 | 1.225 | 14,70 | 8,58 | 153,98 | 162,56 | 10,73 | 81,28 | 10,73 | 1,07 |
| Areia | 0,54 | 4,00 | 7,00 | 1,000 | 1,40 | 7.000 | 98,00 | 3.500 | 24,50 | 25,20 | 439,95 | 465,15 | 31,50 | 232,58 | 31,50 | 3,15 |
| Areia | 1,00 | 5,00 | 6,00 | 1,000 | 1,40 | 6.000 | 84,00 | 3.000 | 21,00 | 51,59 | 377,10 | 428,69 | 64,49 | 214,35 | 64,49 | 6,45 |
| Areia | 1,00 | 6,00 | 5,00 | 1,000 | 1,40 | 5.000 | 70,00 | 2.500 | 17,50 | 73,58 | 314,25 | 387,83 | 91,98 | 193,92 | 91,98 | 9,20 |
| Areia | 1,00 | 7,00 | 10,00 | 1,000 | 1,40 | 10.000 | 140,00 | 5.000 | 35,00 | 117,56 | 628,50 | 746,06 | 146,95 | 373,03 | 146,95 | 14,70 |
| Areia | 0,45 | 7,45 | 3,00 | 1,000 | 1,40 | 3.000 | 42,00 | 1.500 | 10,50 | 123,50 | 188,55 | 312,05 | 154,38 | 156,03 | 154,38 | 15,44 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 3,00 | 1,000 | 1,40 | 3.000 | 42,00 | 1.500 | 10,50 | 130,76 | 188,55 | 319,31 | 163,45 | 159,66 | 159,66 | 15,97 |
| Areia | 1,00 | 9,00 | 9,00 | 1,000 | 1,40 | 9.000 | 126,00 | 4.500 | 31,50 | 170,34 | 565,65 | 735,99 | 212,93 | 368,00 | 212,93 | 21,29 |
| Areia | 0,45 | 9,45 | 5,00 | 1,000 | 1,40 | 5.000 | 70,00 | 2.500 | 17,50 | 180,24 | 314,25 | 494,49 | 225,30 | 247,25 | 225,30 | 22,53 |
| Areia argilosa | 0,55 | 10,00 | 5,00 | 0,600 | 3,00 | 3.000 | 90,00 | 1.500 | 22,50 | 195,79 | 188,55 | 384,34 | 244,74 | 192,17 | 192,17 | 19,22 |
| Areia argilosa | 1,00 | 11,00 | 5,00 | 0,600 | 3,00 | 3.000 | 90,00 | 1.500 | 22,50 | 224,06 | 188,55 | 412,61 | 280,08 | 206,31 | 206,31 | 20,63 |
| Areia argilosa | 1,00 | 12,00 | 5,00 | 0,600 | 3,00 | 3.000 | 90,00 | 1.500 | 22,50 | 252,33 | 188,55 | 440,88 | 315,41 | 220,44 | 220,44 | 22,04 |
| Areia argilosa | 1,00 | 13,00 | 8,00 | 0,600 | 3,00 | 4.800 | 144,00 | 2.400 | 36,00 | 297,57 | 301,68 | 599,25 | 371,96 | 299,63 | 299,63 | 29,96 |
| Areia argilosa | 0,45 | 13,45 | 13,00 | 0,600 | 3,00 | 7.800 | 234,00 | 3.900 | 58,50 | 330,65 | 490,23 | 820,88 | 413,31 | 410,44 | 410,44 | 41,04 |
| Argila arenosa | 0,55 | 14,00 | 13,00 | 0,350 | 2,40 | 4.550 | 109,20 | 2.275 | 27,30 | 349,52 | 285,97 | 635,49 | 436,90 | 317,75 | 317,75 | 31,78 |
| Argila arenosa | 1,00 | 15,00 | 19,00 | 0,350 | 2,40 | 6.650 | 159,60 | 3.325 | 39,90 | 399,66 | 417,95 | 817,61 | 499,58 | 408,81 | 408,81 | 40,88 |
| Argila arenosa | 1,00 | 16,00 | 33,00 | 0,350 | 2,40 | 11.550 | 277,20 | 5.775 | 69,30 | 486,74 | 725,92 | 1.212,66 | 608,43 | 606,33 | 606,33 | 60,63 |
| Argila arenosa | 1,00 | 17,00 | 40,00 | 0,350 | 2,40 | 14.000 | 336,00 | 7.000 | 84,00 | 592,29 | 879,90 | 1.472,19 | 740,36 | 736,10 | 736,10 | 73,61 |
| Argila arenosa | 1,00 | 18,00 | 44,00 | 0,350 | 2,40 | 15.400 | 369,60 | 7.700 | 92,40 | 708,40 | 967,89 | 1.676,29 | 885,50 | 838,15 | 800,00 | 80,00 |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Aoki-Veloso |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO DÉCOURT-QUARESMA $\Phi 40$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N _{SPT} (MPa) | N _{SPT} corrigido (MPa) | \bar{N}_{SPT} (MPa) | K (Mpa) | α | β | q _p (kPa) | q _s (kPa) | $\alpha \cdot q_p \cdot A_p$ (kN) | $\beta \cdot q_s \cdot A_s$ (kN) | P _R (kN) | PL/0,8 (kN) | PR/2 (kN) | P _{adm} (kN) | P _{adm} (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|---------|----------|---------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| | | 1,00 | 0,03 | 3,00 | | | | | | | | | | | | | |
| Argila | 1 | 2,00 | - | 3,00 | 0,01 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1 | 20,00 | 0 | 25 | 25,17 | 31,41 | 12,59 | 12,59 | 1,26 |
| Argila | 1 | 3,00 | - | 3,00 | 2,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 233 | 20,00 | 9 | 50 | 59,05 | 62,83 | 29,53 | 29,53 | 2,95 |
| Argila | 0,46 | 3,46 | 7,00 | 7,00 | 4,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 467 | 33,33 | 17,61 | 69,53 | 87,14 | 86,91 | 43,57 | 43,57 | 4,36 |
| Areia | 0,54 | 4,00 | 7,00 | 7,00 | 6,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.334 | 33,33 | 50,31 | 92,15 | 142,46 | 115,19 | 71,23 | 71,23 | 7,12 |
| Areia | 1 | 5,00 | 6,00 | 6,00 | 6,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.200 | 30 | 45,25 | 129,85 | 175,10 | 162,31 | 87,55 | 87,55 | 8,76 |
| Areia | 1 | 6,00 | 5,00 | 5,00 | 7,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.400 | 26,67 | 52,79 | 163,36 | 216,15 | 204,20 | 108,08 | 108,08 | 10,81 |
| Areia | 1 | 7,00 | 10,00 | 10,00 | 6,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.200 | 43,33 | 45,25 | 217,81 | 263,06 | 272,26 | 131,53 | 131,53 | 13,15 |
| Areia | 0,45 | 7,45 | 3,00 | 3,00 | 5,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.066 | 20 | 40,2 | 229,12 | 269,32 | 286,40 | 134,66 | 134,66 | 13,47 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 3,00 | 3,00 | 5,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.000 | 20 | 37,71 | 242,94 | 280,65 | 303,68 | 140,33 | 140,33 | 14,03 |
| Areia | 1 | 9,00 | 9,00 | 9,00 | 5,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.134 | 40 | 42,76 | 293,2 | 335,96 | 366,50 | 167,98 | 167,98 | 16,80 |
| Areia | 0,45 | 9,45 | 5,00 | 5,00 | 6,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.266 | 26,67 | 48 | 308 | 356,02 | 385,35 | 178,01 | 178,01 | 17,80 |
| Areia | 0,55 | 10,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.000 | 26,67 | 38 | 327 | 364,42 | 408,39 | 182,21 | 182,21 | 18,22 |
| Areia | 1 | 11,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.000 | 26,67 | 37,71 | 360,22 | 397,93 | 450,28 | 198,97 | 198,97 | 19,90 |
| Areia | 1 | 12,00 | 5,00 | 5,00 | 6,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.200 | 26,67 | 45,25 | 393,73 | 438,98 | 492,16 | 219,49 | 219,49 | 21,95 |
| Areia | 1 | 13,00 | 8,00 | 8,00 | 8,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.734 | 36,67 | 65,39 | 439,81 | 505,20 | 549,76 | 252,60 | 252,60 | 25,26 |
| Areia | 0,45 | 13,45 | 13,00 | 13,00 | 11,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 2.266 | 53,33 | 85,45 | 469,97 | 555,42 | 587,46 | 277,71 | 277,71 | 27,77 |
| Argila | 0,55 | 14,00 | 13,00 | 13,00 | 15,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.500 | 53,33 | 56,57 | 506,83 | 563,40 | 633,54 | 281,70 | 281,70 | 28,17 |
| Argila | 1 | 15,00 | 19,00 | 19,00 | 21,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2.167 | 73,33 | 81,72 | 598,98 | 680,70 | 748,73 | 340,35 | 340,35 | 34,04 |
| Argila | 1 | 16,00 | 33,00 | 33,00 | 30,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3.067 | 120 | 115,66 | 749,77 | 865,43 | 937,21 | 432,72 | 432,72 | 43,27 |
| Argila | 1 | 17,00 | 40,00 | 40,00 | 39,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3.900 | 143,33 | 147,07 | 929,88 | 1.076,95 | 1.162,35 | 538,48 | 538,48 | 53,85 |
| | 1 | 18,00 | 44,00 | | | | | | | | | | | | | | |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Décourt-Quaresma |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO AOKI-VELLOSO $\Phi 50$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N_{SPT} (MPa) | K (Mpa) | α (%) | r_p (kPa) | r_L (kPa) | $r_p/F1$ (kPa) | $r_L/F2$ (kPa) | PL (kN) | PP (kN) | PR (kN) | PL/0,8 (kN) | PR/2 (kN) | Padm (kN) | Padm (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|-----------------|---------|--------------|-------------|-------------|----------------|----------------|---------|---------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| Argila arenosa | 1,00 | 1,00 | 0,03 | 0,350 | 2,40 | 11 | 0,25 | 5 | 0,06 | 0,08 | 0,66 | 0,74 | 0,10 | 0,37 | 0,10 | 0,01 |
| Argila arenosa | 1,00 | 2,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,08 | - | 0,08 | 0,10 | 0,04 | 0,04 | 0,00 |
| Argila arenosa | 1,00 | 3,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,08 | - | 0,08 | 0,10 | 0,04 | 0,04 | 0,00 |
| Argila arenosa | 0,46 | 3,46 | 7,00 | 0,350 | 2,40 | 2.450 | 58,80 | 1.225 | 14,70 | 8,58 | 153,98 | 162,56 | 10,73 | 81,28 | 10,73 | 1,07 |
| Areia | 0,54 | 4,00 | 7,00 | 1,000 | 1,40 | 7.000 | 98,00 | 3.500 | 24,50 | 25,20 | 439,95 | 465,15 | 31,50 | 232,58 | 31,50 | 3,15 |
| Areia | 1,00 | 5,00 | 6,00 | 1,000 | 1,40 | 6.000 | 84,00 | 3.000 | 21,00 | 51,59 | 377,10 | 428,69 | 64,49 | 214,35 | 64,49 | 6,45 |
| Areia | 1,00 | 6,00 | 5,00 | 1,000 | 1,40 | 5.000 | 70,00 | 2.500 | 17,50 | 73,58 | 314,25 | 387,83 | 91,98 | 193,92 | 91,98 | 9,20 |
| Areia | 1,00 | 7,00 | 10,00 | 1,000 | 1,40 | 10.000 | 140,00 | 5.000 | 35,00 | 117,56 | 628,50 | 746,06 | 146,95 | 373,03 | 146,95 | 14,70 |
| Areia | 0,45 | 7,45 | 3,00 | 1,000 | 1,40 | 3.000 | 42,00 | 1.500 | 10,50 | 123,50 | 188,55 | 312,05 | 154,38 | 156,03 | 154,38 | 15,44 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 3,00 | 1,000 | 1,40 | 3.000 | 42,00 | 1.500 | 10,50 | 130,76 | 188,55 | 319,31 | 163,45 | 159,66 | 159,66 | 15,97 |
| Areia | 1,00 | 9,00 | 9,00 | 1,000 | 1,40 | 9.000 | 126,00 | 4.500 | 31,50 | 170,34 | 565,65 | 735,99 | 212,93 | 368,00 | 212,93 | 21,29 |
| Areia | 0,45 | 9,45 | 5,00 | 1,000 | 1,40 | 5.000 | 70,00 | 2.500 | 17,50 | 180,24 | 314,25 | 494,49 | 225,30 | 247,25 | 225,30 | 22,53 |
| Areia argilosa | 0,55 | 10,00 | 5,00 | 0,600 | 3,00 | 3.000 | 90,00 | 1.500 | 22,50 | 195,79 | 188,55 | 384,34 | 244,74 | 192,17 | 192,17 | 19,22 |
| Areia argilosa | 1,00 | 11,00 | 5,00 | 0,600 | 3,00 | 3.000 | 90,00 | 1.500 | 22,50 | 224,06 | 188,55 | 412,61 | 280,08 | 206,31 | 206,31 | 20,63 |
| Areia argilosa | 1,00 | 12,00 | 5,00 | 0,600 | 3,00 | 3.000 | 90,00 | 1.500 | 22,50 | 252,33 | 188,55 | 440,88 | 315,41 | 220,44 | 220,44 | 22,04 |
| Areia argilosa | 1,00 | 13,00 | 8,00 | 0,600 | 3,00 | 4.800 | 144,00 | 2.400 | 36,00 | 297,57 | 301,68 | 599,25 | 371,96 | 299,63 | 299,63 | 29,96 |
| Areia argilosa | 0,45 | 13,45 | 13,00 | 0,600 | 3,00 | 7.800 | 234,00 | 3.900 | 58,50 | 330,65 | 490,23 | 820,88 | 413,31 | 410,44 | 410,44 | 41,04 |
| Argila arenosa | 0,55 | 14,00 | 13,00 | 0,350 | 2,40 | 4.550 | 109,20 | 2.275 | 27,30 | 349,52 | 285,97 | 635,49 | 436,90 | 317,75 | 317,75 | 31,78 |
| Argila arenosa | 1,00 | 15,00 | 19,00 | 0,350 | 2,40 | 6.650 | 159,60 | 3.325 | 39,90 | 399,66 | 417,95 | 817,61 | 499,58 | 408,81 | 408,81 | 40,88 |
| Argila arenosa | 1,00 | 16,00 | 33,00 | 0,350 | 2,40 | 11.550 | 277,20 | 5.775 | 69,30 | 486,74 | 725,92 | 1.212,66 | 608,43 | 606,33 | 606,33 | 60,63 |
| Argila arenosa | 1,00 | 17,00 | 40,00 | 0,350 | 2,40 | 14.000 | 336,00 | 7.000 | 84,00 | 592,29 | 879,90 | 1.472,19 | 740,36 | 736,10 | 736,10 | 73,61 |
| Argila arenosa | 1,00 | 18,00 | 44,00 | 0,350 | 2,40 | 15.400 | 369,60 | 7.700 | 92,40 | 708,40 | 967,89 | 1.676,29 | 885,50 | 838,15 | 838,15 | 83,82 |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Aoki-Veloso |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO DÉCOURT-QUARESMA $\Phi 50$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N _{SPT} (MPa) | N _{SPT} corrigido (MPa) | \bar{N}_{SPT} (MPa) | K (Mpa) | α | β | q _p (kPa) | q _s (kPa) | $\alpha \cdot q_p \cdot A_p$ (kN) | $\beta \cdot q_s \cdot A_s$ (kN) | PR (kN) | PL/0,8 (kN) | PR/2 (kN) | Padm (kN) | Padm (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|---------|----------|---------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | | 1,00 | 0,03 | 3,00 | | | | | | | | | | | | | |
| Argila | 1 | 2,00 | - | 3,00 | 0,01 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1 | 20,00 | 0 | 31 | 31,48 | 39,28 | 15,74 | 15,74 | 1,57 |
| Argila | 1 | 3,00 | - | 3,00 | 2,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 233 | 20,00 | 14 | 63 | 76,56 | 78,55 | 38,28 | 38,28 | 3,83 |
| Argila | 0,46 | 3,46 | 7,00 | 7,00 | 4,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 467 | 33,33 | 27,5 | 86,92 | 114,42 | 108,65 | 57,21 | 57,21 | 5,72 |
| Areia | 0,54 | 4,00 | 7,00 | 7,00 | 6,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.334 | 33,33 | 78,56 | 115,19 | 193,75 | 143,99 | 96,88 | 96,88 | 9,69 |
| Areia | 1 | 5,00 | 6,00 | 6,00 | 6,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.200 | 30 | 70,67 | 162,31 | 232,98 | 202,89 | 116,49 | 116,49 | 11,65 |
| Areia | 1 | 6,00 | 5,00 | 5,00 | 7,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.400 | 26,67 | 82,45 | 204,2 | 286,65 | 255,25 | 143,33 | 143,33 | 14,33 |
| Areia | 1 | 7,00 | 10,00 | 10,00 | 6,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.200 | 43,33 | 70,67 | 272,26 | 342,93 | 340,33 | 171,47 | 171,47 | 17,15 |
| Areia | 0,45 | 7,45 | 3,00 | 3,00 | 5,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.066 | 20 | 62,78 | 286,4 | 349,18 | 358,00 | 174,59 | 174,59 | 17,46 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 3,00 | 3,00 | 5,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.000 | 20 | 58,89 | 303,68 | 362,57 | 379,60 | 181,29 | 181,29 | 18,13 |
| Areia | 1 | 9,00 | 9,00 | 9,00 | 5,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.134 | 40 | 66,78 | 366,51 | 433,29 | 458,14 | 216,65 | 216,65 | 21,67 |
| Areia | 0,45 | 9,45 | 5,00 | 5,00 | 6,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.266 | 26,67 | 75 | 385 | 459,91 | 481,70 | 229,96 | 229,96 | 23,00 |
| Areia | 0,55 | 10,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.000 | 26,67 | 59 | 408 | 467,29 | 510,50 | 233,65 | 233,65 | 23,37 |
| Areia | 1 | 11,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.000 | 26,67 | 58,89 | 450,29 | 509,18 | 562,86 | 254,59 | 254,59 | 25,46 |
| Areia | 1 | 12,00 | 5,00 | 5,00 | 6,00 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.200 | 26,67 | 70,67 | 492,18 | 562,85 | 615,23 | 281,43 | 281,43 | 28,14 |
| Areia | 1 | 13,00 | 8,00 | 8,00 | 8,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.734 | 36,67 | 102,12 | 549,78 | 651,90 | 687,23 | 325,95 | 325,95 | 32,60 |
| Areia | 0,45 | 13,45 | 13,00 | 13,00 | 11,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 2.266 | 53,33 | 133,44 | 587,48 | 720,92 | 734,35 | 360,46 | 360,46 | 36,05 |
| Argila | 0,55 | 14,00 | 13,00 | 13,00 | 15,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.500 | 53,33 | 88,34 | 633,55 | 721,89 | 791,94 | 360,95 | 360,95 | 36,10 |
| Argila | 1 | 15,00 | 19,00 | 19,00 | 21,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2.167 | 73,33 | 127,61 | 748,74 | 876,35 | 935,93 | 438,18 | 438,18 | 43,82 |
| Argila | 1 | 16,00 | 33,00 | 33,00 | 30,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3.067 | 120 | 180,62 | 937,24 | 1.117,86 | 1.171,55 | 558,93 | 558,93 | 55,89 |
| Argila | 1 | 17,00 | 40,00 | 40,00 | 39,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3.900 | 143,33 | 229,67 | 1162,38 | 1.392,05 | 1.452,98 | 696,03 | 696,03 | 69,60 |
| | 1 | 18,00 | 44,00 | | | | | | | | | | | | | | |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Décourt-Quaresma |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

APÊNDICE B – Cálculo da capacidade de carga das estacas dos pilares P03, P04, P07 e P08

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO AOKI-VELLOSO $\Phi 25$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N _{SPT} (MPa) | K (Mpa) | α (%) | r _P (kPa) | r _L (kPa) | r _P /F1 (kPa) | r _L /F2 (kPa) | P _L (kN) | P _P (kN) | P _R (kN) | PL/0,8 (kN) | PR/2 (kN) | P _{adm} (kN) | P _{adm} (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|------------------------|---------|--------------|----------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| Argila arenosa | 1,00 | 1,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Argila arenosa | 1,00 | 2,00 | 0,05 | 0,350 | 2,40 | 18 | 0,42 | 9 | 0,11 | 0,08 | 0,43 | 0,51 | 0,10 | 0,26 | 0,10 | 0,01 |
| Argila arenosa | 1,00 | 3,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,08 | - | 0,08 | 0,10 | 0,04 | 0,04 | 0,00 |
| Argila arenosa | 1,00 | 4,00 | 0,048 | 0,350 | 2,40 | 17 | 0,40 | 8 | 0,10 | 0,16 | 0,41 | 0,57 | 0,20 | 0,29 | 0,20 | 0,02 |
| Argila arenosa | 1,00 | 5,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,16 | - | 0,16 | 0,20 | 0,08 | 0,08 | 0,01 |
| Argila arenosa | 1,00 | 6,00 | 0,05 | 0,350 | 2,40 | 18 | 0,42 | 9 | 0,11 | 0,24 | 0,43 | 0,67 | 0,30 | 0,34 | 0,30 | 0,03 |
| Argila arenosa | 1,00 | 7,00 | 0,04 | 0,350 | 2,40 | 14 | 0,34 | 7 | 0,08 | 0,31 | 0,34 | 0,65 | 0,39 | 0,33 | 0,33 | 0,03 |
| Argila arenosa | 0,45 | 7,45 | 7,00 | 0,350 | 2,40 | 2.450 | 58,80 | 1.225 | 14,70 | 5,51 | 60,15 | 65,66 | 6,89 | 32,83 | 6,89 | 0,69 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 7,00 | 1,000 | 1,40 | 7.000 | 98,00 | 3.500 | 24,50 | 16,09 | 171,85 | 187,94 | 20,11 | 93,97 | 20,11 | 2,01 |
| Areia | 1,00 | 9,00 | 8,00 | 1,000 | 1,40 | 8.000 | 112,00 | 4.000 | 28,00 | 38,08 | 196,40 | 234,48 | 47,60 | 117,24 | 47,60 | 4,76 |
| Areia | 1,00 | 10,00 | 7,00 | 1,000 | 1,40 | 7.000 | 98,00 | 3.500 | 24,50 | 57,32 | 171,85 | 229,17 | 71,65 | 114,59 | 71,65 | 7,17 |
| Areia | 1,00 | 11,00 | 11,00 | 1,000 | 1,40 | 11.000 | 154,00 | 5.500 | 38,50 | 87,56 | 270,05 | 357,61 | 109,45 | 178,81 | 109,45 | 10,95 |
| Areia | 1,00 | 12,00 | 10,00 | 1,000 | 1,40 | 10.000 | 140,00 | 5.000 | 35,00 | 115,05 | 245,50 | 360,55 | 143,81 | 180,28 | 143,81 | 14,38 |
| Areia | 0,45 | 12,45 | 5,00 | 1,000 | 1,40 | 5.000 | 70,00 | 2.500 | 17,50 | 121,24 | 122,75 | 243,99 | 151,55 | 122,00 | 122,00 | 12,20 |
| Argila arenosa | 0,55 | 13,00 | 5,00 | 0,350 | 2,40 | 1.750 | 42,00 | 875 | 10,50 | 125,78 | 42,96 | 168,74 | 157,23 | 84,37 | 84,37 | 8,44 |
| Argila arenosa | 1,00 | 14,00 | 18,00 | 0,350 | 2,40 | 6.300 | 151,20 | 3.150 | 37,80 | 155,47 | 154,67 | 310,14 | 194,34 | 155,07 | 155,07 | 15,51 |
| Argila arenosa | 1,00 | 15,00 | 9,00 | 0,350 | 2,40 | 3.150 | 75,60 | 1.575 | 18,90 | 170,31 | 77,33 | 247,64 | 212,89 | 123,82 | 123,82 | 12,38 |
| Argila arenosa | 1,00 | 16,00 | 10,00 | 0,350 | 2,40 | 3.500 | 84,00 | 1.750 | 21,00 | 186,80 | 85,93 | 272,73 | 233,50 | 136,37 | 136,37 | 13,64 |
| Argila arenosa | 1,00 | 17,00 | 10,00 | 0,350 | 2,40 | 3.500 | 84,00 | 1.750 | 21,00 | 203,29 | 85,93 | 289,22 | 254,11 | 144,61 | 144,61 | 14,46 |
| Argila arenosa | 1,00 | 18,00 | 15,00 | 0,350 | 2,40 | 5.250 | 126,00 | 2.625 | 31,50 | 228,03 | 128,89 | 356,92 | 285,04 | 178,46 | 178,46 | 17,85 |
| Argila arenosa | 1,00 | 19,00 | 18,00 | 0,350 | 2,40 | 6.300 | 151,20 | 3.150 | 37,80 | 257,72 | 154,67 | 412,39 | 322,15 | 206,20 | 206,20 | 20,62 |
| Argila arenosa | 1,00 | 20,00 | 18,00 | 0,350 | 2,40 | 6.300 | 151,20 | 3.150 | 37,80 | 287,41 | 154,67 | 442,08 | 359,26 | 221,04 | 221,04 | 22,10 |
| Argila arenosa | 1,00 | 21,00 | 23,00 | 0,350 | 2,40 | 8.050 | 193,20 | 4.025 | 48,30 | 325,34 | 197,63 | 522,97 | 406,68 | 261,49 | 261,49 | 26,15 |
| Argila arenosa | 1,00 | 22,00 | 31,00 | 0,350 | 2,40 | 10.850 | 260,40 | 5.425 | 65,10 | 376,47 | 266,37 | 642,84 | 470,59 | 321,42 | 300,00 | 30,00 |
| Argila arenosa | 1,00 | 23,00 | 34,00 | 0,350 | 2,40 | 11.900 | 285,60 | 5.950 | 71,40 | 432,55 | 292,15 | 724,70 | 540,69 | 362,35 | 300,00 | 30,00 |
| Argila arenosa | 1,00 | 24,00 | 35,00 | 0,350 | 2,40 | 12.250 | 294,00 | 6.125 | 73,50 | 490,28 | 300,74 | 791,02 | 612,85 | 395,51 | 300,00 | 30,00 |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Aoki-Velloso |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO DÉCOURT-QUARESMA $\Phi 25$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N _{SPT} (MPa) | N _{SPT} corrigido (MPa) | \bar{N}_{SPT} (MPa) | K (Mpa) | α | β | q _p (kPa) | q _s (kPa) | $\alpha \cdot q_p \cdot A_p$ (kN) | $\beta \cdot q_s \cdot A_s$ (kN) | P _R (kN) | PL/0,8 (kN) | PR/2 (kN) | P _{adm} (kN) | P _{adm} (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|---------|----------|---------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| | | 1,00 | - | | | | | | | | | | | | | | |
| Argila | 1 | 2,00 | 0,05 | 3,00 | 0,02 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2 | 20,00 | 0 | 16 | 15,74 | 19,64 | 7,87 | 7,87 | 0,79 |
| Argila | 1 | 3,00 | - | 3,00 | 0,03 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3 | 20,00 | 0 | 31 | 31,46 | 39,28 | 15,73 | 15,73 | 1,57 |
| Argila | 1 | 4,00 | 0,05 | 3,00 | 0,02 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2 | 20 | 0,03 | 47,13 | 47,16 | 58,91 | 23,58 | 23,58 | 2,36 |
| Argila | 1 | 5,00 | - | 3,00 | 0,03 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3 | 20 | 0,04 | 62,84 | 62,88 | 78,55 | 31,44 | 31,44 | 3,14 |
| Argila | 1 | 6,00 | 0,05 | 3,00 | 0,03 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3 | 20 | 0,04 | 78,55 | 78,59 | 98,19 | 39,30 | 39,30 | 3,93 |
| Argila | 1 | 7,00 | 0,04 | 3,00 | 2,36 | 100 | 0,30 | 1,00 | 236 | 20 | 3,48 | 94,26 | 97,74 | 117,83 | 48,87 | 48,87 | 4,89 |
| Argila | 0,45 | 7,45 | 7,00 | 7,00 | 4,68 | 100 | 0,30 | 1,00 | 468 | 33,33 | 6,89 | 106,04 | 112,93 | 132,55 | 56,47 | 56,47 | 5,65 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 7,00 | 7,00 | 7,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.466 | 33,33 | 21,59 | 120,44 | 142,03 | 150,55 | 71,02 | 71,02 | 7,10 |
| Areia | 1 | 9,00 | 8,00 | 8,00 | 7,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.466 | 36,67 | 21,59 | 149,24 | 170,83 | 186,55 | 85,42 | 85,42 | 8,54 |
| Areia | 1 | 10,00 | 7,00 | 7,00 | 8,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.734 | 33,33 | 25,54 | 175,42 | 200,96 | 219,28 | 100,48 | 100,48 | 10,05 |
| Areia | 1 | 11,00 | 11,00 | 11,00 | 9,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.866 | 46,67 | 27 | 212 | 239,56 | 265,09 | 119,78 | 119,78 | 11,98 |
| Areia | 1 | 12,00 | 10,00 | 10,00 | 8,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.734 | 43,33 | 26 | 246 | 271,64 | 307,63 | 135,82 | 135,82 | 13,58 |
| Areia | 0,45 | 12,45 | 5,00 | 5,00 | 6,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.334 | 26,67 | 19,65 | 255,53 | 275,18 | 319,41 | 137,59 | 137,59 | 13,76 |
| Argila | 0,55 | 13,00 | 5,00 | 5,00 | 9,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 933 | 26,67 | 13,74 | 267,05 | 280,79 | 333,81 | 140,40 | 140,40 | 14,04 |
| Argila | 1 | 14,00 | 18,00 | 18,00 | 10,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.067 | 70 | 15,72 | 322,03 | 337,75 | 402,54 | 168,88 | 168,88 | 16,89 |
| Argila | 1 | 15,00 | 9,00 | 9,00 | 12,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.233 | 40 | 18,16 | 353,45 | 371,61 | 441,81 | 185,81 | 185,81 | 18,58 |
| Argila | 1 | 16,00 | 10,00 | 10,00 | 9,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 967 | 43,33 | 14,24 | 387,48 | 401,72 | 484,35 | 200,86 | 200,86 | 20,09 |
| Argila | 1 | 17,00 | 10,00 | 10,00 | 11,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.167 | 43,33 | 17,19 | 421,51 | 438,70 | 526,89 | 219,35 | 219,35 | 21,94 |
| Argila | 1 | 18,00 | 15,00 | 15,00 | 14,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.433 | 60 | 21,11 | 468,63 | 489,74 | 585,79 | 244,87 | 244,87 | 24,49 |
| Argila | 1 | 19,00 | 18,00 | 18,00 | 17,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.700 | 70 | 25,04 | 523,61 | 548,65 | 654,51 | 274,33 | 274,33 | 27,43 |
| Argila | 1 | 20,00 | 18,00 | 18,00 | 19,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.967 | 70 | 28,97 | 578,59 | 607,56 | 723,24 | 303,78 | 300,00 | 30,00 |
| Argila | 1 | 21,00 | 23,00 | 23,00 | 24,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2.400 | 86,67 | 35,35 | 646,66 | 682,01 | 808,33 | 341,01 | 300,00 | 30,00 |
| Argila | 1 | 22,00 | 31,00 | 31,00 | 29,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2.933 | 113,33 | 43,2 | 735,67 | 778,87 | 919,59 | 389,44 | 300,00 | 30,00 |
| Argila | 1 | 23,00 | 34,00 | 34,00 | 33,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3.333 | 123,33 | 49,1 | 832,53 | 881,63 | 1.040,66 | 440,82 | 300,00 | 30,00 |
| | | 24,00 | 35,00 | 35,00 | | | | | | | | | | | | | |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Décourt-Quaresma |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO AOKI-VELLOSO $\Phi 30$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N_{SPT} (MPa) | K (Mpa) | α (%) | r_P (kPa) | r_L (kPa) | $r_P/F1$ (kPa) | $r_L/F2$ (kPa) | PL (kN) | PP (kN) | PR (kN) | PL/0,8 (kN) | PR/2 (kN) | Padm (kN) | Padm (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|-----------------|---------|--------------|-------------|-------------|----------------|----------------|---------|---------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| Argila arenosa | 1,00 | 1,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Argila arenosa | 1,00 | 2,00 | 0,05 | 0,350 | 2,40 | 18 | 0,42 | 9 | 0,11 | 0,10 | 0,62 | 0,72 | 0,13 | 0,36 | 0,13 | 0,01 |
| Argila arenosa | 1,00 | 3,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,10 | - | 0,10 | 0,13 | 0,05 | 0,05 | 0,01 |
| Argila arenosa | 1,00 | 4,00 | 0,048 | 0,350 | 2,40 | 17 | 0,40 | 8 | 0,10 | 0,19 | 0,59 | 0,78 | 0,24 | 0,39 | 0,24 | 0,02 |
| Argila arenosa | 1,00 | 5,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,19 | - | 0,19 | 0,24 | 0,10 | 0,10 | 0,01 |
| Argila arenosa | 1,00 | 6,00 | 0,05 | 0,350 | 2,40 | 18 | 0,42 | 9 | 0,11 | 0,29 | 0,62 | 0,91 | 0,36 | 0,46 | 0,36 | 0,04 |
| Argila arenosa | 1,00 | 7,00 | 0,04 | 0,350 | 2,40 | 14 | 0,34 | 7 | 0,08 | 0,37 | 0,49 | 0,86 | 0,46 | 0,43 | 0,43 | 0,04 |
| Argila arenosa | 0,45 | 7,45 | 7,00 | 0,350 | 2,40 | 2.450 | 58,80 | 1.225 | 14,70 | 6,60 | 86,61 | 93,21 | 8,25 | 46,61 | 8,25 | 0,83 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 7,00 | 1,000 | 1,40 | 7.000 | 98,00 | 3.500 | 24,50 | 19,30 | 247,45 | 266,75 | 24,13 | 133,38 | 24,13 | 2,41 |
| Areia | 1,00 | 9,00 | 8,00 | 1,000 | 1,40 | 8.000 | 112,00 | 4.000 | 28,00 | 45,69 | 282,80 | 328,49 | 57,11 | 164,25 | 57,11 | 5,71 |
| Areia | 1,00 | 10,00 | 7,00 | 1,000 | 1,40 | 7.000 | 98,00 | 3.500 | 24,50 | 68,78 | 247,45 | 316,23 | 85,98 | 158,12 | 85,98 | 8,60 |
| Areia | 1,00 | 11,00 | 11,00 | 1,000 | 1,40 | 11.000 | 154,00 | 5.500 | 38,50 | 105,07 | 388,85 | 493,92 | 131,34 | 246,96 | 131,34 | 13,13 |
| Areia | 1,00 | 12,00 | 10,00 | 1,000 | 1,40 | 10.000 | 140,00 | 5.000 | 35,00 | 138,06 | 353,50 | 491,56 | 172,58 | 245,78 | 172,58 | 17,26 |
| Areia | 0,45 | 12,45 | 5,00 | 1,000 | 1,40 | 5.000 | 70,00 | 2.500 | 17,50 | 145,48 | 176,75 | 322,23 | 181,85 | 161,12 | 161,12 | 16,11 |
| Argila arenosa | 0,55 | 13,00 | 5,00 | 0,350 | 2,40 | 1.750 | 42,00 | 875 | 10,50 | 150,92 | 61,86 | 212,78 | 188,65 | 106,39 | 106,39 | 10,64 |
| Argila arenosa | 1,00 | 14,00 | 18,00 | 0,350 | 2,40 | 6.300 | 151,20 | 3.150 | 37,80 | 186,55 | 222,71 | 409,26 | 233,19 | 204,63 | 204,63 | 20,46 |
| Argila arenosa | 1,00 | 15,00 | 9,00 | 0,350 | 2,40 | 3.150 | 75,60 | 1.575 | 18,90 | 204,36 | 111,35 | 315,71 | 255,45 | 157,86 | 157,86 | 15,79 |
| Argila arenosa | 1,00 | 16,00 | 10,00 | 0,350 | 2,40 | 3.500 | 84,00 | 1.750 | 21,00 | 224,15 | 123,73 | 347,88 | 280,19 | 173,94 | 173,94 | 17,39 |
| Argila arenosa | 1,00 | 17,00 | 10,00 | 0,350 | 2,40 | 3.500 | 84,00 | 1.750 | 21,00 | 243,94 | 123,73 | 367,67 | 304,93 | 183,84 | 183,84 | 18,38 |
| Argila arenosa | 1,00 | 18,00 | 15,00 | 0,350 | 2,40 | 5.250 | 126,00 | 2.625 | 31,50 | 273,63 | 185,59 | 459,22 | 342,04 | 229,61 | 229,61 | 22,96 |
| Argila arenosa | 1,00 | 19,00 | 18,00 | 0,350 | 2,40 | 6.300 | 151,20 | 3.150 | 37,80 | 309,26 | 222,71 | 531,97 | 386,58 | 265,99 | 265,99 | 26,60 |
| Argila arenosa | 1,00 | 20,00 | 18,00 | 0,350 | 2,40 | 6.300 | 151,20 | 3.150 | 37,80 | 344,89 | 222,71 | 567,60 | 431,11 | 283,80 | 283,80 | 28,38 |
| Argila arenosa | 1,00 | 21,00 | 23,00 | 0,350 | 2,40 | 8.050 | 193,20 | 4.025 | 48,30 | 390,41 | 284,57 | 674,98 | 488,01 | 337,49 | 337,49 | 33,75 |
| Argila arenosa | 1,00 | 22,00 | 31,00 | 0,350 | 2,40 | 10.850 | 260,40 | 5.425 | 65,10 | 451,77 | 383,55 | 835,32 | 564,71 | 417,66 | 417,66 | 41,77 |
| Argila arenosa | 1,00 | 23,00 | 34,00 | 0,350 | 2,40 | 11.900 | 285,60 | 5.950 | 71,40 | 519,06 | 420,67 | 939,73 | 648,83 | 469,87 | 450,00 | 45,00 |
| Argila arenosa | 1,00 | 24,00 | 35,00 | 0,350 | 2,40 | 12.250 | 294,00 | 6.125 | 73,50 | 588,33 | 433,04 | 1.021,37 | 735,41 | 510,69 | 450,00 | 45,00 |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Aoki-Veloso |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO DÉCOURT-QUARESMA $\Phi 30$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N _{SPT} (MPa) | N _{SPT} corrigido (MPa) | \bar{N}_{SPT} (MPa) | K (Mpa) | α | β | q _p (kPa) | q _s (kPa) | $\alpha \cdot q_p \cdot A_p$ (kN) | $\beta \cdot q_s \cdot A_s$ (kN) | P _R (kN) | PL/0,8 (kN) | PR/2 (kN) | P _{adm} (kN) | P _{adm} (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|---------|----------|---------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| | | 1,00 | - | | | | | | | | | | | | | | |
| Argila | 1 | 2,00 | 0,05 | 3,00 | 0,02 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2 | 20,00 | 0 | 19 | 18,89 | 23,56 | 9,45 | 9,45 | 0,95 |
| Argila | 1 | 3,00 | - | 3,00 | 0,03 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3 | 20,00 | 0 | 38 | 37,76 | 47,13 | 18,88 | 18,88 | 1,89 |
| Argila | 1 | 4,00 | 0,05 | 3,00 | 0,02 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2 | 20 | 0,04 | 56,55 | 56,59 | 70,69 | 28,30 | 28,30 | 2,83 |
| Argila | 1 | 5,00 | - | 3,00 | 0,03 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3 | 20 | 0,06 | 75,4 | 75,46 | 94,25 | 37,73 | 37,73 | 3,77 |
| Argila | 1 | 6,00 | 0,05 | 3,00 | 0,03 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3 | 20 | 0,06 | 94,25 | 94,31 | 117,81 | 47,16 | 47,16 | 4,72 |
| Argila | 1 | 7,00 | 0,04 | 3,00 | 2,36 | 100 | 0,30 | 1,00 | 236 | 20 | 5,01 | 113,1 | 118,11 | 141,38 | 59,06 | 59,06 | 5,91 |
| Argila | 0,45 | 7,45 | 7,00 | 7,00 | 4,68 | 100 | 0,30 | 1,00 | 468 | 33,33 | 9,93 | 127,24 | 137,17 | 159,05 | 68,59 | 68,59 | 6,86 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 7,00 | 7,00 | 7,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.466 | 33,33 | 31,09 | 144,52 | 175,61 | 180,65 | 87,81 | 87,81 | 8,78 |
| Areia | 1 | 9,00 | 8,00 | 8,00 | 7,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.466 | 36,67 | 31,09 | 179,08 | 210,17 | 223,85 | 105,09 | 105,09 | 10,51 |
| Areia | 1 | 10,00 | 7,00 | 7,00 | 8,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.734 | 33,33 | 36,78 | 210,49 | 247,27 | 263,11 | 123,64 | 123,64 | 12,36 |
| Areia | 1 | 11,00 | 11,00 | 11,00 | 9,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.866 | 46,67 | 40 | 254 | 294,06 | 318,10 | 147,03 | 147,03 | 14,70 |
| Areia | 1 | 12,00 | 10,00 | 10,00 | 8,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.734 | 43,33 | 37 | 295 | 332,10 | 369,15 | 166,05 | 166,05 | 16,61 |
| Areia | 0,45 | 12,45 | 5,00 | 5,00 | 6,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.334 | 26,67 | 28,29 | 306,63 | 334,92 | 383,29 | 167,46 | 167,46 | 16,75 |
| Argila | 0,55 | 13,00 | 5,00 | 5,00 | 9,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 933 | 26,67 | 19,79 | 320,46 | 340,25 | 400,58 | 170,13 | 170,13 | 17,01 |
| Argila | 1 | 14,00 | 18,00 | 18,00 | 10,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.067 | 70 | 22,63 | 386,44 | 409,07 | 483,05 | 204,54 | 204,54 | 20,45 |
| Argila | 1 | 15,00 | 9,00 | 9,00 | 12,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.233 | 40 | 26,15 | 424,14 | 450,29 | 530,18 | 225,15 | 225,15 | 22,52 |
| Argila | 1 | 16,00 | 10,00 | 10,00 | 9,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 967 | 43,33 | 20,51 | 464,98 | 485,49 | 581,23 | 242,75 | 242,75 | 24,28 |
| Argila | 1 | 17,00 | 10,00 | 10,00 | 11,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.167 | 43,33 | 24,75 | 505,82 | 530,57 | 632,28 | 265,29 | 265,29 | 26,53 |
| Argila | 1 | 18,00 | 15,00 | 15,00 | 14,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.433 | 60 | 30,39 | 562,37 | 592,76 | 702,96 | 296,38 | 296,38 | 29,64 |
| Argila | 1 | 19,00 | 18,00 | 18,00 | 17,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.700 | 70 | 36,06 | 628,35 | 664,41 | 785,44 | 332,21 | 332,21 | 33,22 |
| Argila | 1 | 20,00 | 18,00 | 18,00 | 19,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.967 | 70 | 41,72 | 694,33 | 736,05 | 867,91 | 368,03 | 368,03 | 36,80 |
| Argila | 1 | 21,00 | 23,00 | 23,00 | 24,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2.400 | 86,67 | 50,9 | 776,02 | 826,92 | 970,03 | 413,46 | 413,46 | 41,35 |
| Argila | 1 | 22,00 | 31,00 | 31,00 | 29,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2.933 | 113,33 | 62,21 | 882,83 | 945,04 | 1.103,54 | 472,52 | 450,00 | 45,00 |
| Argila | 1 | 23,00 | 34,00 | 34,00 | 33,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3.333 | 123,33 | 70,69 | 999,07 | 1.069,76 | 1.248,84 | 534,88 | 450,00 | 45,00 |
| | | 24,00 | 35,00 | 35,00 | | | | | | | | | | | | | |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Décourt-Quaresma |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO AOKI-VELLOSO $\Phi 35$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N_{SPT} (MPa) | K (Mpa) | α (%) | r_p (kPa) | r_L (kPa) | $r_p/F1$ (kPa) | $r_L/F2$ (kPa) | PL (kN) | PP (kN) | PR (kN) | PL/0,8 (kN) | PR/2 (kN) | Padm (kN) | Padm (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|-----------------|---------|--------------|-------------|-------------|----------------|----------------|---------|---------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| Argila arenosa | 1,00 | 1,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Argila arenosa | 1,00 | 2,00 | 0,05 | 0,350 | 2,40 | 18 | 0,42 | 9 | 0,11 | 0,12 | 0,84 | 0,96 | 0,15 | 0,48 | 0,15 | 0,02 |
| Argila arenosa | 1,00 | 3,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,12 | - | 0,12 | 0,15 | 0,06 | 0,06 | 0,01 |
| Argila arenosa | 1,00 | 4,00 | 0,048 | 0,350 | 2,40 | 17 | 0,40 | 8 | 0,10 | 0,23 | 0,80 | 1,03 | 0,29 | 0,52 | 0,29 | 0,03 |
| Argila arenosa | 1,00 | 5,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,23 | - | 0,23 | 0,29 | 0,12 | 0,12 | 0,01 |
| Argila arenosa | 1,00 | 6,00 | 0,05 | 0,350 | 2,40 | 18 | 0,42 | 9 | 0,11 | 0,35 | 0,84 | 1,19 | 0,44 | 0,60 | 0,44 | 0,04 |
| Argila arenosa | 1,00 | 7,00 | 0,04 | 0,350 | 2,40 | 14 | 0,34 | 7 | 0,08 | 0,44 | 0,67 | 1,11 | 0,55 | 0,56 | 0,55 | 0,06 |
| Argila arenosa | 0,45 | 7,45 | 7,00 | 0,350 | 2,40 | 2.450 | 58,80 | 1.225 | 14,70 | 7,71 | 117,85 | 125,56 | 9,64 | 62,78 | 9,64 | 0,96 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 7,00 | 1,000 | 1,40 | 7.000 | 98,00 | 3.500 | 24,50 | 22,53 | 336,70 | 359,23 | 28,16 | 179,62 | 28,16 | 2,82 |
| Areia | 1,00 | 9,00 | 8,00 | 1,000 | 1,40 | 8.000 | 112,00 | 4.000 | 28,00 | 53,32 | 384,80 | 438,12 | 66,65 | 219,06 | 66,65 | 6,67 |
| Areia | 1,00 | 10,00 | 7,00 | 1,000 | 1,40 | 7.000 | 98,00 | 3.500 | 24,50 | 80,26 | 336,70 | 416,96 | 100,33 | 208,48 | 100,33 | 10,03 |
| Areia | 1,00 | 11,00 | 11,00 | 1,000 | 1,40 | 11.000 | 154,00 | 5.500 | 38,50 | 122,59 | 529,10 | 651,69 | 153,24 | 325,85 | 153,24 | 15,32 |
| Areia | 1,00 | 12,00 | 10,00 | 1,000 | 1,40 | 10.000 | 140,00 | 5.000 | 35,00 | 161,08 | 481,00 | 642,08 | 201,35 | 321,04 | 201,35 | 20,14 |
| Areia | 0,45 | 12,45 | 5,00 | 1,000 | 1,40 | 5.000 | 70,00 | 2.500 | 17,50 | 169,74 | 240,50 | 410,24 | 212,18 | 205,12 | 205,12 | 20,51 |
| Argila arenosa | 0,55 | 13,00 | 5,00 | 0,350 | 2,40 | 1.750 | 42,00 | 875 | 10,50 | 176,09 | 84,18 | 260,27 | 220,11 | 130,14 | 130,14 | 13,01 |
| Argila arenosa | 1,00 | 14,00 | 18,00 | 0,350 | 2,40 | 6.300 | 151,20 | 3.150 | 37,80 | 217,65 | 303,03 | 520,68 | 272,06 | 260,34 | 260,34 | 26,03 |
| Argila arenosa | 1,00 | 15,00 | 9,00 | 0,350 | 2,40 | 3.150 | 75,60 | 1.575 | 18,90 | 238,43 | 151,52 | 389,95 | 298,04 | 194,98 | 194,98 | 19,50 |
| Argila arenosa | 1,00 | 16,00 | 10,00 | 0,350 | 2,40 | 3.500 | 84,00 | 1.750 | 21,00 | 261,52 | 168,35 | 429,87 | 326,90 | 214,94 | 214,94 | 21,49 |
| Argila arenosa | 1,00 | 17,00 | 10,00 | 0,350 | 2,40 | 3.500 | 84,00 | 1.750 | 21,00 | 284,61 | 168,35 | 452,96 | 355,76 | 226,48 | 226,48 | 22,65 |
| Argila arenosa | 1,00 | 18,00 | 15,00 | 0,350 | 2,40 | 5.250 | 126,00 | 2.625 | 31,50 | 319,25 | 252,53 | 571,78 | 399,06 | 285,89 | 285,89 | 28,59 |
| Argila arenosa | 1,00 | 19,00 | 18,00 | 0,350 | 2,40 | 6.300 | 151,20 | 3.150 | 37,80 | 360,81 | 303,03 | 663,84 | 451,01 | 331,92 | 331,92 | 33,19 |
| Argila arenosa | 1,00 | 20,00 | 18,00 | 0,350 | 2,40 | 6.300 | 151,20 | 3.150 | 37,80 | 402,37 | 303,03 | 705,40 | 502,96 | 352,70 | 352,70 | 35,27 |
| Argila arenosa | 1,00 | 21,00 | 23,00 | 0,350 | 2,40 | 8.050 | 193,20 | 4.025 | 48,30 | 455,48 | 387,21 | 842,69 | 569,35 | 421,35 | 421,35 | 42,14 |
| Argila arenosa | 1,00 | 22,00 | 31,00 | 0,350 | 2,40 | 10.850 | 260,40 | 5.425 | 65,10 | 527,06 | 521,89 | 1.048,95 | 658,83 | 524,48 | 524,48 | 52,45 |
| Argila arenosa | 1,00 | 23,00 | 34,00 | 0,350 | 2,40 | 11.900 | 285,60 | 5.950 | 71,40 | 605,57 | 572,39 | 1.177,96 | 756,96 | 588,98 | 588,98 | 58,90 |
| Argila arenosa | 1,00 | 24,00 | 35,00 | 0,350 | 2,40 | 12.250 | 294,00 | 6.125 | 73,50 | 686,39 | 589,23 | 1.275,62 | 857,99 | 637,81 | 600,00 | 60,00 |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Aoki-Veloso |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO DÉCOURT-QUARESMA $\Phi 35$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N _{SPT} (MPa) | N _{SPT} corrigido (MPa) | \bar{N}_{SPT} (MPa) | K (Mpa) | α | β | q _p (kPa) | q _s (kPa) | $\alpha \cdot q_p \cdot A_p$ (kN) | $\beta \cdot q_s \cdot A_s$ (kN) | P _R (kN) | PL/0,8 (kN) | PR/2 (kN) | P _{adm} (kN) | P _{adm} (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|---------|----------|---------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| | | 1,00 | - | 3,00 | | | | | | | | | | | | | |
| Argila | 1 | 2,00 | 0,05 | 3,00 | 0,02 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2 | 20,00 | 0 | 22 | 22,05 | 27,49 | 11,03 | 11,03 | 1,10 |
| Argila | 1 | 3,00 | - | 3,00 | 0,03 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3 | 20,00 | 0 | 44 | 44,07 | 54,98 | 22,04 | 22,04 | 2,20 |
| Argila | 1 | 4,00 | 0,05 | 3,00 | 0,02 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2 | 20 | 0,06 | 65,97 | 66,03 | 82,46 | 33,02 | 33,02 | 3,30 |
| Argila | 1 | 5,00 | - | 3,00 | 0,03 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3 | 20 | 0,09 | 87,96 | 88,05 | 109,95 | 44,03 | 44,03 | 4,40 |
| Argila | 1 | 6,00 | 0,05 | 3,00 | 0,03 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3 | 20 | 0,09 | 109,95 | 110,04 | 137,44 | 55,02 | 55,02 | 5,50 |
| Argila | 1 | 7,00 | 0,04 | 3,00 | 2,36 | 100 | 0,30 | 1,00 | 236 | 20 | 6,81 | 131,94 | 138,75 | 164,93 | 69,38 | 69,38 | 6,94 |
| Argila | 0,45 | 7,45 | 7,00 | 7,00 | 4,68 | 100 | 0,30 | 1,00 | 468 | 33,33 | 13,51 | 148,43 | 161,94 | 185,54 | 80,97 | 80,97 | 8,10 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 7,00 | 7,00 | 7,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.466 | 33,33 | 42,31 | 168,59 | 210,90 | 210,74 | 105,45 | 105,45 | 10,55 |
| Areia | 1 | 9,00 | 8,00 | 8,00 | 7,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.466 | 36,67 | 42,31 | 208,91 | 251,22 | 261,14 | 125,61 | 125,61 | 12,56 |
| Areia | 1 | 10,00 | 7,00 | 7,00 | 8,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.734 | 33,33 | 50,04 | 245,56 | 295,60 | 306,95 | 147,80 | 147,80 | 14,78 |
| Areia | 1 | 11,00 | 11,00 | 11,00 | 9,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.866 | 46,67 | 54 | 297 | 350,73 | 371,10 | 175,37 | 175,37 | 17,54 |
| Areia | 1 | 12,00 | 10,00 | 10,00 | 8,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.734 | 43,33 | 50 | 345 | 394,57 | 430,66 | 197,29 | 197,29 | 19,73 |
| Areia | 0,45 | 12,45 | 5,00 | 5,00 | 6,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.334 | 26,67 | 38,5 | 357,73 | 396,23 | 447,16 | 198,12 | 198,12 | 19,81 |
| Argila | 0,55 | 13,00 | 5,00 | 5,00 | 9,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 933 | 26,67 | 26,93 | 373,86 | 400,79 | 467,33 | 200,40 | 200,40 | 20,04 |
| Argila | 1 | 14,00 | 18,00 | 18,00 | 10,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.067 | 70 | 30,79 | 450,83 | 481,62 | 563,54 | 240,81 | 240,81 | 24,08 |
| Argila | 1 | 15,00 | 9,00 | 9,00 | 12,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.233 | 40 | 35,58 | 494,81 | 530,39 | 618,51 | 265,20 | 265,20 | 26,52 |
| Argila | 1 | 16,00 | 10,00 | 10,00 | 9,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 967 | 43,33 | 27,91 | 542,46 | 570,37 | 678,08 | 285,19 | 285,19 | 28,52 |
| Argila | 1 | 17,00 | 10,00 | 10,00 | 11,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.167 | 43,33 | 33,68 | 590,11 | 623,79 | 737,64 | 311,90 | 311,90 | 31,19 |
| Argila | 1 | 18,00 | 15,00 | 15,00 | 14,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.433 | 60 | 41,36 | 656,09 | 697,45 | 820,11 | 348,73 | 348,73 | 34,87 |
| Argila | 1 | 19,00 | 18,00 | 18,00 | 17,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.700 | 70 | 49,06 | 733,06 | 782,12 | 916,33 | 391,06 | 391,06 | 39,11 |
| Argila | 1 | 20,00 | 18,00 | 18,00 | 19,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.967 | 70 | 56,77 | 810,03 | 866,80 | 1.012,54 | 433,40 | 433,40 | 43,34 |
| Argila | 1 | 21,00 | 23,00 | 23,00 | 24,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2.400 | 86,67 | 69,26 | 905,33 | 974,59 | 1.131,66 | 487,30 | 487,30 | 48,73 |
| Argila | 1 | 22,00 | 31,00 | 31,00 | 29,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2.933 | 113,33 | 84,65 | 1029,95 | 1.114,60 | 1.287,44 | 557,30 | 557,30 | 55,73 |
| Argila | 1 | 23,00 | 34,00 | 34,00 | 33,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3.333 | 123,33 | 96,19 | 1165,56 | 1.261,75 | 1.456,95 | 630,88 | 600,00 | 60,00 |
| | | 24,00 | 35,00 | 35,00 | | | | | | | | | | | | | |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Décourt-Quaresma |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO AOKI-VELLOSO $\Phi 40$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N_{SPT} (MPa) | K (Mpa) | α (%) | r_p (kPa) | r_L (kPa) | $r_p/F1$ (kPa) | $r_L/F2$ (kPa) | PL (kN) | PP (kN) | PR (kN) | PL/0,8 (kN) | PR/2 (kN) | Padm (kN) | Padm (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|-----------------|---------|--------------|-------------|-------------|----------------|----------------|---------|---------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| Argila arenosa | 1,00 | 1,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Argila arenosa | 1,00 | 2,00 | 0,05 | 0,350 | 2,40 | 18 | 0,42 | 9 | 0,11 | 0,13 | 1,10 | 1,23 | 0,16 | 0,62 | 0,16 | 0,02 |
| Argila arenosa | 1,00 | 3,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,13 | - | 0,13 | 0,16 | 0,07 | 0,07 | 0,01 |
| Argila arenosa | 1,00 | 4,00 | 0,048 | 0,350 | 2,40 | 17 | 0,40 | 8 | 0,10 | 0,26 | 1,05 | 1,31 | 0,33 | 0,66 | 0,33 | 0,03 |
| Argila arenosa | 1,00 | 5,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,26 | - | 0,26 | 0,33 | 0,13 | 0,13 | 0,01 |
| Argila arenosa | 1,00 | 6,00 | 0,05 | 0,350 | 2,40 | 18 | 0,42 | 9 | 0,11 | 0,39 | 1,10 | 1,49 | 0,49 | 0,75 | 0,49 | 0,05 |
| Argila arenosa | 1,00 | 7,00 | 0,04 | 0,350 | 2,40 | 14 | 0,34 | 7 | 0,08 | 0,50 | 0,88 | 1,38 | 0,63 | 0,69 | 0,63 | 0,06 |
| Argila arenosa | 0,45 | 7,45 | 7,00 | 0,350 | 2,40 | 2.450 | 58,80 | 1.225 | 14,70 | 8,81 | 153,98 | 162,79 | 11,01 | 81,40 | 11,01 | 1,10 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 7,00 | 1,000 | 1,40 | 7.000 | 98,00 | 3.500 | 24,50 | 25,74 | 439,95 | 465,69 | 32,18 | 232,85 | 32,18 | 3,22 |
| Areia | 1,00 | 9,00 | 8,00 | 1,000 | 1,40 | 8.000 | 112,00 | 4.000 | 28,00 | 60,92 | 502,80 | 563,72 | 76,15 | 281,86 | 76,15 | 7,62 |
| Areia | 1,00 | 10,00 | 7,00 | 1,000 | 1,40 | 7.000 | 98,00 | 3.500 | 24,50 | 91,71 | 439,95 | 531,66 | 114,64 | 265,83 | 114,64 | 11,46 |
| Areia | 1,00 | 11,00 | 11,00 | 1,000 | 1,40 | 11.000 | 154,00 | 5.500 | 38,50 | 140,09 | 691,35 | 831,44 | 175,11 | 415,72 | 175,11 | 17,51 |
| Areia | 1,00 | 12,00 | 10,00 | 1,000 | 1,40 | 10.000 | 140,00 | 5.000 | 35,00 | 184,07 | 628,50 | 812,57 | 230,09 | 406,29 | 230,09 | 23,01 |
| Areia | 0,45 | 12,45 | 5,00 | 1,000 | 1,40 | 5.000 | 70,00 | 2.500 | 17,50 | 193,97 | 314,25 | 508,22 | 242,46 | 254,11 | 242,46 | 24,25 |
| Argila arenosa | 0,55 | 13,00 | 5,00 | 0,350 | 2,40 | 1.750 | 42,00 | 875 | 10,50 | 201,23 | 109,99 | 311,22 | 251,54 | 155,61 | 155,61 | 15,56 |
| Argila arenosa | 1,00 | 14,00 | 18,00 | 0,350 | 2,40 | 6.300 | 151,20 | 3.150 | 37,80 | 248,73 | 395,96 | 644,69 | 310,91 | 322,35 | 310,91 | 31,09 |
| Argila arenosa | 1,00 | 15,00 | 9,00 | 0,350 | 2,40 | 3.150 | 75,60 | 1.575 | 18,90 | 272,48 | 197,98 | 470,46 | 340,60 | 235,23 | 235,23 | 23,52 |
| Argila arenosa | 1,00 | 16,00 | 10,00 | 0,350 | 2,40 | 3.500 | 84,00 | 1.750 | 21,00 | 298,87 | 219,98 | 518,85 | 373,59 | 259,43 | 259,43 | 25,94 |
| Argila arenosa | 1,00 | 17,00 | 10,00 | 0,350 | 2,40 | 3.500 | 84,00 | 1.750 | 21,00 | 325,26 | 219,98 | 545,24 | 406,58 | 272,62 | 272,62 | 27,26 |
| Argila arenosa | 1,00 | 18,00 | 15,00 | 0,350 | 2,40 | 5.250 | 126,00 | 2.625 | 31,50 | 364,84 | 329,96 | 694,80 | 456,05 | 347,40 | 347,40 | 34,74 |
| Argila arenosa | 1,00 | 19,00 | 18,00 | 0,350 | 2,40 | 6.300 | 151,20 | 3.150 | 37,80 | 412,34 | 395,96 | 808,30 | 515,43 | 404,15 | 404,15 | 40,42 |
| Argila arenosa | 1,00 | 20,00 | 18,00 | 0,350 | 2,40 | 6.300 | 151,20 | 3.150 | 37,80 | 459,84 | 395,96 | 855,80 | 574,80 | 427,90 | 427,90 | 42,79 |
| Argila arenosa | 1,00 | 21,00 | 23,00 | 0,350 | 2,40 | 8.050 | 193,20 | 4.025 | 48,30 | 520,53 | 505,94 | 1.026,47 | 650,66 | 513,24 | 513,24 | 51,32 |
| Argila arenosa | 1,00 | 22,00 | 31,00 | 0,350 | 2,40 | 10.850 | 260,40 | 5.425 | 65,10 | 602,33 | 681,92 | 1.284,25 | 752,91 | 642,13 | 642,13 | 64,21 |
| Argila arenosa | 1,00 | 23,00 | 34,00 | 0,350 | 2,40 | 11.900 | 285,60 | 5.950 | 71,40 | 692,05 | 747,92 | 1.439,97 | 865,06 | 719,99 | 719,99 | 72,00 |
| Argila arenosa | 1,00 | 24,00 | 35,00 | 0,350 | 2,40 | 12.250 | 294,00 | 6.125 | 73,50 | 784,41 | 769,91 | 1.554,32 | 980,51 | 777,16 | 777,16 | 77,72 |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Aoki-Veloso |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO DÉCOURT-QUARESMA $\Phi 40$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N _{SPT} (MPa) | N _{SPT} corrigido (MPa) | \bar{N}_{SPT} (MPa) | K (Mpa) | α | β | q _p (kPa) | q _s (kPa) | $\alpha \cdot q_p \cdot A_p$ (kN) | $\beta \cdot q_s \cdot A_s$ (kN) | P _R (kN) | PL/0,8 (kN) | PR/2 (kN) | P _{adm} (kN) | P _{adm} (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|---------|----------|---------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| | | 1,00 | - | 3,00 | | | | | | | | | | | | | |
| Argila | 1 | 2,00 | 0,05 | 3,00 | 0,02 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2 | 20,00 | 0 | 25 | 25,21 | 31,41 | 12,61 | 12,61 | 1,26 |
| Argila | 1 | 3,00 | - | 3,00 | 0,03 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3 | 20,00 | 0 | 50 | 50,37 | 62,83 | 25,19 | 25,19 | 2,52 |
| Argila | 1 | 4,00 | 0,05 | 3,00 | 0,02 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2 | 20 | 0,08 | 75,39 | 75,47 | 94,24 | 37,74 | 37,74 | 3,77 |
| Argila | 1 | 5,00 | - | 3,00 | 0,03 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3 | 20 | 0,11 | 100,52 | 100,63 | 125,65 | 50,32 | 50,32 | 5,03 |
| Argila | 1 | 6,00 | 0,05 | 3,00 | 0,03 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3 | 20 | 0,11 | 125,65 | 125,76 | 157,06 | 62,88 | 62,88 | 6,29 |
| Argila | 1 | 7,00 | 0,04 | 3,00 | 2,36 | 100 | 0,30 | 1,00 | 236 | 20 | 8,9 | 150,78 | 159,68 | 188,48 | 79,84 | 79,84 | 7,98 |
| Argila | 0,45 | 7,45 | 7,00 | 7,00 | 4,68 | 100 | 0,30 | 1,00 | 468 | 33,33 | 17,65 | 169,63 | 187,28 | 212,04 | 93,64 | 93,64 | 9,36 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 7,00 | 7,00 | 7,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.466 | 33,33 | 55,28 | 192,67 | 247,95 | 240,84 | 123,98 | 123,98 | 12,40 |
| Areia | 1 | 9,00 | 8,00 | 8,00 | 7,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.466 | 36,67 | 55,28 | 238,75 | 294,03 | 298,44 | 147,02 | 147,02 | 14,70 |
| Areia | 1 | 10,00 | 7,00 | 7,00 | 8,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.734 | 33,33 | 65,39 | 280,63 | 346,02 | 350,79 | 173,01 | 173,01 | 17,30 |
| Areia | 1 | 11,00 | 11,00 | 11,00 | 9,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.866 | 46,67 | 70 | 339 | 409,65 | 424,10 | 204,83 | 204,83 | 20,48 |
| Areia | 1 | 12,00 | 10,00 | 10,00 | 8,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.734 | 43,33 | 65 | 394 | 459,12 | 492,16 | 229,56 | 229,56 | 22,96 |
| Areia | 0,45 | 12,45 | 5,00 | 5,00 | 6,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.334 | 26,67 | 50,31 | 408,81 | 459,12 | 511,01 | 229,56 | 229,56 | 22,96 |
| Argila | 0,55 | 13,00 | 5,00 | 5,00 | 9,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 933 | 26,67 | 35,18 | 427,24 | 462,42 | 534,05 | 231,21 | 231,21 | 23,12 |
| Argila | 1 | 14,00 | 18,00 | 18,00 | 10,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.067 | 70 | 40,24 | 515,2 | 555,44 | 644,00 | 277,72 | 277,72 | 27,77 |
| Argila | 1 | 15,00 | 9,00 | 9,00 | 12,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.233 | 40 | 46,5 | 565,46 | 611,96 | 706,83 | 305,98 | 305,98 | 30,60 |
| Argila | 1 | 16,00 | 10,00 | 10,00 | 9,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 967 | 43,33 | 36,47 | 619,91 | 656,38 | 774,89 | 328,19 | 328,19 | 32,82 |
| Argila | 1 | 17,00 | 10,00 | 10,00 | 11,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.167 | 43,33 | 44,01 | 674,36 | 718,37 | 842,95 | 359,19 | 359,19 | 35,92 |
| Argila | 1 | 18,00 | 15,00 | 15,00 | 14,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.433 | 60 | 54,04 | 749,76 | 803,80 | 937,20 | 401,90 | 401,90 | 40,19 |
| Argila | 1 | 19,00 | 18,00 | 18,00 | 17,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.700 | 70 | 64,11 | 837,72 | 901,83 | 1.047,15 | 450,92 | 450,92 | 45,09 |
| Argila | 1 | 20,00 | 18,00 | 18,00 | 19,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.967 | 70 | 74,18 | 925,68 | 999,86 | 1.157,10 | 499,93 | 499,93 | 49,99 |
| Argila | 1 | 21,00 | 23,00 | 23,00 | 24,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2.400 | 86,67 | 90,5 | 1034,59 | 1.125,09 | 1.293,24 | 562,55 | 562,55 | 56,26 |
| Argila | 1 | 22,00 | 31,00 | 31,00 | 29,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2.933 | 113,33 | 110,6 | 1177 | 1.287,60 | 1.471,25 | 643,80 | 643,80 | 64,38 |
| Argila | 1 | 23,00 | 34,00 | 34,00 | 33,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3.333 | 123,33 | 125,69 | 1331,98 | 1.457,67 | 1.664,98 | 728,84 | 728,84 | 72,88 |
| | | 24,00 | 35,00 | 35,00 | | | | | | | | | | | | | |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Décourt-Quaresma |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO AOKI-VELLOSO Φ 50 CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N _{sPT} (MPa) | K (Mpa) | α (%) | r _P (kPa) | r _L (kPa) | r _P /F1 (kPa) | r _L /F2 (kPa) | Pl (kN) | Pp (kN) | Pr (kN) | PL/0,8 (kN) | PR/2 (kN) | Padm (kN) | Padm (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|------------------------|---------|--------------|----------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|---------|----------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| Argila arenosa | 1,00 | 1,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Argila arenosa | 1,00 | 2,00 | 0,05 | 0,350 | 2,40 | 18 | 0,42 | 9 | 0,11 | 0,16 | 1,72 | 1,88 | 0,20 | 0,94 | 0,20 | 0,02 |
| Argila arenosa | 1,00 | 3,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,16 | - | 0,16 | 0,20 | 0,08 | 0,08 | 0,01 |
| Argila arenosa | 1,00 | 4,00 | 0,048 | 0,350 | 2,40 | 17 | 0,40 | 8 | 0,10 | 0,32 | 1,64 | 1,96 | 0,40 | 0,98 | 0,40 | 0,04 |
| Argila arenosa | 1,00 | 5,00 | - | 0,350 | 2,40 | - | - | - | - | 0,32 | - | 0,32 | 0,40 | 0,16 | 0,16 | 0,02 |
| Argila arenosa | 1,00 | 6,00 | 0,05 | 0,350 | 2,40 | 18 | 0,42 | 9 | 0,11 | 0,48 | 1,72 | 2,20 | 0,60 | 1,10 | 0,60 | 0,06 |
| Argila arenosa | 1,00 | 7,00 | 0,04 | 0,350 | 2,40 | 14 | 0,34 | 7 | 0,08 | 0,61 | 1,37 | 1,98 | 0,76 | 0,99 | 0,76 | 0,08 |
| Argila arenosa | 0,45 | 7,45 | 7,00 | 0,350 | 2,40 | 2.450 | 58,80 | 1.225 | 14,70 | 11,00 | 240,47 | 251,47 | 13,75 | 125,74 | 13,75 | 1,38 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 7,00 | 1,000 | 1,40 | 7.000 | 98,00 | 3.500 | 24,50 | 32,17 | 687,05 | 719,22 | 40,21 | 359,61 | 40,21 | 4,02 |
| Areia | 1,00 | 9,00 | 8,00 | 1,000 | 1,40 | 8.000 | 112,00 | 4.000 | 28,00 | 76,15 | 785,20 | 861,35 | 95,19 | 430,68 | 95,19 | 9,52 |
| Areia | 1,00 | 10,00 | 7,00 | 1,000 | 1,40 | 7.000 | 98,00 | 3.500 | 24,50 | 114,63 | 687,05 | 801,68 | 143,29 | 400,84 | 143,29 | 14,33 |
| Areia | 1,00 | 11,00 | 11,00 | 1,000 | 1,40 | 11.000 | 154,00 | 5.500 | 38,50 | 175,11 | 1.079,65 | 1.254,76 | 218,89 | 627,38 | 218,89 | 21,89 |
| Areia | 1,00 | 12,00 | 10,00 | 1,000 | 1,40 | 10.000 | 140,00 | 5.000 | 35,00 | 230,09 | 981,50 | 1.211,59 | 287,61 | 605,80 | 287,61 | 28,76 |
| Areia | 0,45 | 12,45 | 5,00 | 1,000 | 1,40 | 5.000 | 70,00 | 2.500 | 17,50 | 242,46 | 490,75 | 733,21 | 303,08 | 366,61 | 303,08 | 30,31 |
| Argila arenosa | 0,55 | 13,00 | 5,00 | 0,350 | 2,40 | 1.750 | 42,00 | 875 | 10,50 | 251,53 | 171,76 | 423,29 | 314,41 | 211,65 | 211,65 | 21,17 |
| Argila arenosa | 1,00 | 14,00 | 18,00 | 0,350 | 2,40 | 6.300 | 151,20 | 3.150 | 37,80 | 310,91 | 618,35 | 929,26 | 388,64 | 464,63 | 388,64 | 38,86 |
| Argila arenosa | 1,00 | 15,00 | 9,00 | 0,350 | 2,40 | 3.150 | 75,60 | 1.575 | 18,90 | 340,60 | 309,17 | 649,77 | 425,75 | 324,89 | 324,89 | 32,49 |
| Argila arenosa | 1,00 | 16,00 | 10,00 | 0,350 | 2,40 | 3.500 | 84,00 | 1.750 | 21,00 | 373,59 | 343,53 | 717,12 | 466,99 | 358,56 | 358,56 | 35,86 |
| Argila arenosa | 1,00 | 17,00 | 10,00 | 0,350 | 2,40 | 3.500 | 84,00 | 1.750 | 21,00 | 406,58 | 343,53 | 750,11 | 508,23 | 375,06 | 375,06 | 37,51 |
| Argila arenosa | 1,00 | 18,00 | 15,00 | 0,350 | 2,40 | 5.250 | 126,00 | 2.625 | 31,50 | 456,06 | 515,29 | 971,35 | 570,08 | 485,68 | 485,68 | 48,57 |
| Argila arenosa | 1,00 | 19,00 | 18,00 | 0,350 | 2,40 | 6.300 | 151,20 | 3.150 | 37,80 | 515,44 | 618,35 | 1.133,79 | 644,30 | 566,90 | 566,90 | 56,69 |
| Argila arenosa | 1,00 | 20,00 | 18,00 | 0,350 | 2,40 | 6.300 | 151,20 | 3.150 | 37,80 | 574,82 | 618,35 | 1.193,17 | 718,53 | 596,59 | 596,59 | 59,66 |
| Argila arenosa | 1,00 | 21,00 | 23,00 | 0,350 | 2,40 | 8.050 | 193,20 | 4.025 | 48,30 | 650,69 | 790,11 | 1.440,80 | 813,36 | 720,40 | 720,40 | 72,04 |
| Argila arenosa | 1,00 | 22,00 | 31,00 | 0,350 | 2,40 | 10.850 | 260,40 | 5.425 | 65,10 | 752,95 | 1.064,93 | 1.817,88 | 941,19 | 908,94 | 908,94 | 90,89 |
| Argila arenosa | 1,00 | 23,00 | 34,00 | 0,350 | 2,40 | 11.900 | 285,60 | 5.950 | 71,40 | 865,11 | 1.167,99 | 2.033,10 | 1.081,39 | 1.016,55 | 1.016,55 | 101,66 |
| Argila arenosa | 1,00 | 24,00 | 35,00 | 0,350 | 2,40 | 12.250 | 294,00 | 6.125 | 73,50 | 980,56 | 1.202,34 | 2.182,90 | 1.225,70 | 1.091,45 | 1.091,45 | 109,15 |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Aoki-Velloso |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA PELO MÉTODO DÉCOURT-QUARESMA $\Phi 50$ CM

| Material da camada | ΔL (m) | Comp. da estaca (m) | N _{SPT} (MPa) | N _{SPT} corrigido (MPa) | \bar{N}_{SPT} (MPa) | K (Mpa) | α | β | q _p (kPa) | q _s (kPa) | $\alpha \cdot q_p \cdot A_p$ (kN) | $\beta \cdot q_s \cdot A_s$ (kN) | P _R (kN) | PL/0,8 (kN) | PR/2 (kN) | P _{adm} (kN) | P _{adm} (tf) |
|--------------------|----------------|---------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|---------|----------|---------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| | | 1,00 | - | 3,00 | | | | | | | | | | | | | |
| Argila | 1 | 2,00 | 0,05 | 3,00 | 0,02 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2 | 20,00 | 0 | 31 | 31,54 | 39,28 | 15,77 | 15,77 | 1,58 |
| Argila | 1 | 3,00 | - | 3,00 | 0,03 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3 | 20,00 | 0 | 63 | 63,02 | 78,55 | 31,51 | 31,51 | 3,15 |
| Argila | 1 | 4,00 | 0,05 | 3,00 | 0,02 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2 | 20 | 0,12 | 94,26 | 94,38 | 117,83 | 47,19 | 47,19 | 4,72 |
| Argila | 1 | 5,00 | - | 3,00 | 0,03 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3 | 20 | 0,18 | 125,68 | 125,86 | 157,10 | 62,93 | 62,93 | 6,29 |
| Argila | 1 | 6,00 | 0,05 | 3,00 | 0,03 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3 | 20 | 0,18 | 157,1 | 157,28 | 196,38 | 78,64 | 78,64 | 7,86 |
| Argila | 1 | 7,00 | 0,04 | 3,00 | 2,36 | 100 | 0,30 | 1,00 | 236 | 20 | 13,9 | 188,52 | 202,42 | 235,65 | 101,21 | 101,21 | 10,12 |
| Argila | 0,45 | 7,45 | 7,00 | 7,00 | 4,68 | 100 | 0,30 | 1,00 | 468 | 33,33 | 27,56 | 212,08 | 239,64 | 265,10 | 119,82 | 119,82 | 11,98 |
| Areia | 0,55 | 8,00 | 7,00 | 7,00 | 7,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.466 | 33,33 | 86,33 | 240,88 | 327,21 | 301,10 | 163,61 | 163,61 | 16,36 |
| Areia | 1 | 9,00 | 8,00 | 8,00 | 7,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.466 | 36,67 | 86,33 | 298,48 | 384,81 | 373,10 | 192,41 | 192,41 | 19,24 |
| Areia | 1 | 10,00 | 7,00 | 7,00 | 8,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.734 | 33,33 | 102,12 | 350,83 | 452,95 | 438,54 | 226,48 | 226,48 | 22,65 |
| Areia | 1 | 11,00 | 11,00 | 11,00 | 9,33 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.866 | 46,67 | 110 | 424 | 534,03 | 530,18 | 267,02 | 267,02 | 26,70 |
| Areia | 1 | 12,00 | 10,00 | 10,00 | 8,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.734 | 43,33 | 102 | 492 | 594,32 | 615,25 | 297,16 | 297,16 | 29,72 |
| Areia | 0,45 | 12,45 | 5,00 | 5,00 | 6,67 | 200 | 0,30 | 1,00 | 1.334 | 26,67 | 78,56 | 511,05 | 589,61 | 638,81 | 294,81 | 294,81 | 29,48 |
| Argila | 0,55 | 13,00 | 5,00 | 5,00 | 9,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 933 | 26,67 | 54,94 | 534,09 | 589,03 | 667,61 | 294,52 | 294,52 | 29,45 |
| Argila | 1 | 14,00 | 18,00 | 18,00 | 10,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.067 | 70 | 62,84 | 644,05 | 706,89 | 805,06 | 353,45 | 353,45 | 35,35 |
| Argila | 1 | 15,00 | 9,00 | 9,00 | 12,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.233 | 40 | 72,61 | 706,88 | 779,49 | 883,60 | 389,75 | 389,75 | 38,98 |
| Argila | 1 | 16,00 | 10,00 | 10,00 | 9,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 967 | 43,33 | 56,95 | 774,94 | 831,89 | 968,68 | 415,95 | 415,95 | 41,60 |
| Argila | 1 | 17,00 | 10,00 | 10,00 | 11,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.167 | 43,33 | 68,72 | 843 | 911,72 | 1.053,75 | 455,86 | 455,86 | 45,59 |
| Argila | 1 | 18,00 | 15,00 | 15,00 | 14,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.433 | 60 | 84,39 | 937,25 | 1.021,64 | 1.171,56 | 510,82 | 510,82 | 51,08 |
| Argila | 1 | 19,00 | 18,00 | 18,00 | 17,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.700 | 70 | 100,11 | 1.047,21 | 1.147,32 | 1.309,01 | 573,66 | 573,66 | 57,37 |
| Argila | 1 | 20,00 | 18,00 | 18,00 | 19,67 | 100 | 0,30 | 1,00 | 1.967 | 70 | 115,84 | 1.157,17 | 1.273,01 | 1.446,46 | 636,51 | 636,51 | 63,65 |
| Argila | 1 | 21,00 | 23,00 | 23,00 | 24,00 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2.400 | 86,67 | 141,34 | 1.293,31 | 1.434,65 | 1.616,64 | 717,33 | 717,33 | 71,73 |
| Argila | 1 | 22,00 | 31,00 | 31,00 | 29,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 2.933 | 113,33 | 172,72 | 1.471,33 | 1.644,05 | 1.839,16 | 822,03 | 822,03 | 82,20 |
| Argila | 1 | 23,00 | 34,00 | 34,00 | 33,33 | 100 | 0,30 | 1,00 | 3.333 | 123,33 | 196,28 | 1.665,06 | 1.861,34 | 2.081,33 | 930,67 | 930,67 | 93,07 |
| | | 24,00 | 35,00 | 35,00 | | | | | | | | | | | | | |

LEGENDA

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Décourt-Quaresma |
| | Limitada pela resistência lateral |
| | Considerando F.S global de 2,0 |

APÊNDICE C – Estaqueamento metro a metro dos pilares P01, P02, P05 e P06

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 13,45 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) |
| P01 | 67,97 | 4 | 16,99 | 39,82 | 19,91 | 5 | 13,59 | 32,72 | 16,36 |
| P02 | 163,73 | 9 | 18,19 | 39,82 | 19,91 | 11 | 14,88 | 32,72 | 16,36 |
| P05 | 83,02 | 5 | 16,60 | 39,82 | 19,91 | 6 | 13,84 | 32,72 | 16,36 |
| P06 | 142,78 | 8 | 17,85 | 39,82 | 19,91 | 9 | 15,86 | 32,72 | 16,36 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 14,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) |
| P01 | 67,97 | 5 | 13,59 | 33,02 | 16,51 | 5 | 13,59 | 33,89 | 16,95 |
| P02 | 163,73 | 10 | 16,37 | 33,02 | 16,51 | 10 | 16,37 | 33,89 | 16,95 |
| P05 | 83,02 | 6 | 13,84 | 33,02 | 16,51 | 5 | 16,60 | 33,89 | 16,95 |
| P06 | 142,78 | 9 | 15,86 | 33,02 | 16,51 | 9 | 15,86 | 33,89 | 16,95 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 15,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) |
| P01 | 67,97 | 4 | 16,99 | 41,31 | 20,65 | 4 | 16,99 | 40,63 | 20,32 |
| P02 | 163,73 | 8 | 20,47 | 41,31 | 20,65 | 9 | 18,19 | 40,63 | 20,32 |
| P05 | 83,02 | 5 | 16,60 | 41,31 | 20,65 | 5 | 16,60 | 40,63 | 20,32 |
| P06 | 142,78 | 7 | 20,40 | 41,31 | 20,65 | 8 | 17,85 | 40,63 | 20,32 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 16,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) |
| P01 | 67,97 | 3 | 22,66 | 58,78 | 29,39 | 3 | 22,66 | 51,38 | 25,69 |
| P02 | 163,73 | 6 | 27,29 | 58,78 | 29,39 | 7 | 23,39 | 51,38 | 25,69 |
| P05 | 83,02 | 3 | 27,67 | 58,78 | 29,39 | 4 | 20,76 | 51,38 | 25,69 |
| P06 | 142,78 | 5 | 28,56 | 58,78 | 29,39 | 6 | 23,80 | 51,38 | 25,69 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 17,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) |
| P01 | 67,97 | 3 | 22,66 | 71,39 | 30,00 | 3 | 22,66 | 63,87 | 30,00 |
| P02 | 163,73 | 6 | 27,29 | 71,39 | 30,00 | 6 | 27,29 | 63,87 | 30,00 |
| P05 | 83,02 | 3 | 27,67 | 71,39 | 30,00 | 3 | 27,67 | 63,87 | 30,00 |
| P06 | 142,78 | 5 | 28,56 | 71,39 | 30,00 | 5 | 28,56 | 63,87 | 30,00 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 18,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) |
| P01 | 67,97 | 3 | 22,66 | 82,08 | 30,00 | LIMITADO PELO SPT | | | |
| P02 | 163,73 | 6 | 27,29 | 82,08 | 30,00 | | | | |
| P05 | 83,02 | 3 | 27,67 | 82,08 | 30,00 | | | | |
| P06 | 142,78 | 5 | 28,56 | 82,08 | 30,00 | | | | |

LEGENDA

Aoki-Velloso

Décourt-Quaresma

NBR 6122

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 13,45 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) |
| P01 | 67,97 | 3 | 22,66 | 52,37 | 26,19 | 4 | 16,99 | 40,06 | 20,03 |
| P02 | 163,73 | 7 | 23,39 | 52,37 | 26,19 | 9 | 18,19 | 40,06 | 20,03 |
| P05 | 83,02 | 4 | 20,76 | 52,37 | 26,19 | 5 | 16,60 | 40,06 | 20,03 |
| P06 | 142,78 | 6 | 23,80 | 52,37 | 26,19 | 8 | 17,85 | 40,06 | 20,03 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 14,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) |
| P01 | 67,97 | 4 | 16,99 | 42,30 | 21,15 | 4 | 16,99 | 41,20 | 20,60 |
| P02 | 163,73 | 8 | 20,47 | 42,30 | 21,15 | 8 | 20,47 | 41,20 | 20,60 |
| P05 | 83,02 | 4 | 20,76 | 42,30 | 21,15 | 5 | 16,60 | 41,20 | 20,60 |
| P06 | 142,78 | 7 | 20,40 | 42,30 | 21,15 | 7 | 20,40 | 41,20 | 20,60 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 15,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) |
| P01 | 67,97 | 3 | 22,66 | 53,48 | 26,74 | 3 | 22,66 | 49,52 | 24,76 |
| P02 | 163,73 | 7 | 23,39 | 53,48 | 26,74 | 7 | 23,39 | 49,52 | 24,76 |
| P05 | 83,02 | 4 | 20,76 | 53,48 | 26,74 | 4 | 20,76 | 49,52 | 24,76 |
| P06 | 142,78 | 6 | 23,80 | 53,48 | 26,74 | 6 | 23,80 | 49,52 | 24,76 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 16,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) |
| P01 | 67,97 | 2 | 33,99 | 77,34 | 38,67 | 3 | 22,66 | 62,74 | 31,37 |
| P02 | 163,73 | 5 | 32,75 | 77,34 | 38,67 | 6 | 27,29 | 62,74 | 31,37 |
| P05 | 83,02 | 3 | 27,67 | 77,34 | 38,67 | 3 | 27,67 | 62,74 | 31,37 |
| P06 | 142,78 | 4 | 35,70 | 77,34 | 38,67 | 5 | 28,56 | 62,74 | 31,37 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 17,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) |
| P01 | 67,97 | 2 | 33,99 | 93,91 | 45,00 | 2 | 33,99 | 78,02 | 39,01 |
| P02 | 163,73 | 4 | 40,93 | 93,91 | 45,00 | 5 | 32,75 | 78,02 | 39,01 |
| P05 | 83,02 | 2 | 41,51 | 93,91 | 45,00 | 3 | 27,67 | 78,02 | 39,01 |
| P06 | 142,78 | 4 | 35,70 | 93,91 | 45,00 | 4 | 35,70 | 78,02 | 39,01 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 18,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) |
| P01 | 67,97 | 2 | 33,99 | 107,57 | 45,00 | LIMITADO PELO SPT | | | |
| P02 | 163,73 | 4 | 40,93 | 107,57 | 45,00 | | | | |
| P05 | 83,02 | 2 | 41,51 | 107,57 | 45,00 | | | | |
| P06 | 142,78 | 4 | 35,70 | 107,57 | 45,00 | | | | |

LEGENDA

Aoki-Velloso

Décourt-Quaresma

NBR 6122

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 13,45 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) |
| P01 | 67,97 | 3 | 22,66 | 66,45 | 33,23 | 3 | 22,66 | 47,67 | 23,83 |
| P02 | 163,73 | 5 | 32,75 | 66,45 | 33,23 | 7 | 23,39 | 47,67 | 23,83 |
| P05 | 83,02 | 3 | 27,67 | 66,45 | 33,23 | 4 | 20,76 | 47,67 | 23,83 |
| P06 | 142,78 | 5 | 28,56 | 66,45 | 33,23 | 6 | 23,80 | 47,67 | 23,83 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 14,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) |
| P01 | 67,97 | 3 | 22,66 | 52,47 | 26,24 | 3 | 22,66 | 48,68 | 24,34 |
| P02 | 163,73 | 7 | 23,39 | 52,47 | 26,24 | 7 | 23,39 | 48,68 | 24,34 |
| P05 | 83,02 | 4 | 20,76 | 52,47 | 26,24 | 4 | 20,76 | 48,68 | 24,34 |
| P06 | 142,78 | 6 | 23,80 | 52,47 | 26,24 | 6 | 23,80 | 48,68 | 24,34 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 15,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) |
| P01 | 67,97 | 3 | 22,66 | 66,96 | 33,48 | 3 | 22,66 | 58,67 | 29,34 |
| P02 | 163,73 | 5 | 32,75 | 66,96 | 33,48 | 6 | 27,29 | 58,67 | 29,34 |
| P05 | 83,02 | 3 | 27,67 | 66,96 | 33,48 | 3 | 27,67 | 58,67 | 29,34 |
| P06 | 142,78 | 5 | 28,56 | 66,96 | 33,48 | 5 | 28,56 | 58,67 | 29,34 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 16,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) |
| P01 | 67,97 | 2 | 33,99 | 98,15 | 49,08 | 2 | 33,99 | 74,46 | 37,23 |
| P02 | 163,73 | 4 | 40,93 | 98,15 | 49,08 | 5 | 32,75 | 74,46 | 37,23 |
| P05 | 83,02 | 2 | 41,51 | 98,15 | 49,08 | 3 | 27,67 | 74,46 | 37,23 |
| P06 | 142,78 | 3 | 47,59 | 98,15 | 49,08 | 4 | 35,70 | 74,46 | 37,23 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 17,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) |
| P01 | 67,97 | 2 | 33,99 | 119,17 | 59,59 | 2 | 33,99 | 92,63 | 46,31 |
| P02 | 163,73 | 3 | 54,58 | 119,17 | 59,59 | 4 | 40,93 | 92,63 | 46,31 |
| P05 | 83,02 | 2 | 41,51 | 119,17 | 59,59 | 2 | 41,51 | 92,63 | 46,31 |
| P06 | 142,78 | 3 | 47,59 | 119,17 | 59,59 | 4 | 35,70 | 92,63 | 46,31 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 18,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) | Resist./est. Φ 35 (tf) |
| P01 | 67,97 | 2 | 33,99 | 136,07 | 60,00 | LIMITADO PELO SPT | | | |
| P02 | 163,73 | 3 | 54,58 | 136,07 | 60,00 | | | | |
| P05 | 83,02 | 2 | 41,51 | 136,07 | 60,00 | | | | |
| P06 | 142,78 | 3 | 47,59 | 136,07 | 60,00 | | | | |

LEGENDA

Aoki-Veloso

Décourt-Quaresma

NBR 6122

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 13,45 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) |
| P01 | 67,97 | 2 | 33,99 | 82,09 | 41,04 | 3 | 22,66 | 55,54 | 27,77 |
| P02 | 163,73 | 4 | 40,93 | 82,09 | 41,04 | 6 | 27,29 | 55,54 | 27,77 |
| P05 | 83,02 | 3 | 27,67 | 82,09 | 41,04 | 3 | 27,67 | 55,54 | 27,77 |
| P06 | 142,78 | 4 | 35,70 | 82,09 | 41,04 | 6 | 23,80 | 55,54 | 27,77 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 14,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) |
| P01 | 67,97 | 3 | 22,66 | 63,55 | 31,78 | 3 | 22,66 | 56,34 | 28,17 |
| P02 | 163,73 | 6 | 27,29 | 63,55 | 31,78 | 6 | 27,29 | 56,34 | 28,17 |
| P05 | 83,02 | 3 | 27,67 | 63,55 | 31,78 | 3 | 27,67 | 56,34 | 28,17 |
| P06 | 142,78 | 5 | 28,56 | 63,55 | 31,78 | 6 | 23,80 | 56,34 | 28,17 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 15,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) |
| P01 | 67,97 | 2 | 33,99 | 81,76 | 40,88 | 2 | 33,99 | 68,07 | 34,04 |
| P02 | 163,73 | 5 | 32,75 | 81,76 | 40,88 | 5 | 32,75 | 68,07 | 34,04 |
| P05 | 83,02 | 3 | 27,67 | 81,76 | 40,88 | 3 | 27,67 | 68,07 | 34,04 |
| P06 | 142,78 | 4 | 35,70 | 81,76 | 40,88 | 5 | 28,56 | 68,07 | 34,04 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 16,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) |
| P01 | 67,97 | 2 | 33,99 | 121,27 | 60,63 | 2 | 33,99 | 86,54 | 43,27 |
| P02 | 163,73 | 3 | 54,58 | 121,27 | 60,63 | 4 | 40,93 | 86,54 | 43,27 |
| P05 | 83,02 | 2 | 41,51 | 121,27 | 60,63 | 2 | 41,51 | 86,54 | 43,27 |
| P06 | 142,78 | 3 | 47,59 | 121,27 | 60,63 | 4 | 35,70 | 86,54 | 43,27 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 17,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) |
| P01 | 67,97 | 1 | 67,97 | 147,22 | 73,61 | 2 | 33,99 | 107,70 | 53,85 |
| P02 | 163,73 | 3 | 54,58 | 147,22 | 73,61 | 4 | 40,93 | 107,70 | 53,85 |
| P05 | 83,02 | 2 | 41,51 | 147,22 | 73,61 | 2 | 41,51 | 107,70 | 53,85 |
| P06 | 142,78 | 2 | 71,39 | 147,22 | 73,61 | 3 | 47,59 | 107,70 | 53,85 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 18,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) |
| P01 | 67,97 | 1 | 67,97 | 167,63 | 80,00 | LIMITADO PELO SPT | | | |
| P02 | 163,73 | 3 | 54,58 | 167,63 | 80,00 | | | | |
| P05 | 83,02 | 2 | 41,51 | 167,63 | 80,00 | | | | |
| P06 | 142,78 | 2 | 71,39 | 167,63 | 80,00 | | | | |

LEGENDA

Aoki-Velloso

Décourt-Quaresma

NBR 6122

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 13,45 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) |
| P01 | 67,97 | 2 | 33,99 | 82,09 | 41,04 | 2 | 33,99 | 72,09 | 36,05 |
| P02 | 163,73 | 4 | 40,93 | 82,09 | 41,04 | 5 | 32,75 | 72,09 | 36,05 |
| P05 | 83,02 | 3 | 27,67 | 82,09 | 41,04 | 3 | 27,67 | 72,09 | 36,05 |
| P06 | 142,78 | 4 | 35,70 | 82,09 | 41,04 | 4 | 35,70 | 72,09 | 36,05 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 14,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) |
| P01 | 67,97 | 3 | 22,66 | 63,55 | 31,78 | 2 | 33,99 | 72,19 | 36,10 |
| P02 | 163,73 | 6 | 27,29 | 63,55 | 31,78 | 5 | 32,75 | 72,19 | 36,10 |
| P05 | 83,02 | 3 | 27,67 | 63,55 | 31,78 | 3 | 27,67 | 72,19 | 36,10 |
| P06 | 142,78 | 5 | 28,56 | 63,55 | 31,78 | 4 | 35,70 | 72,19 | 36,10 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 15,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) |
| P01 | 67,97 | 2 | 33,99 | 81,76 | 40,88 | 2 | 33,99 | 87,64 | 43,82 |
| P02 | 163,73 | 5 | 32,75 | 81,76 | 40,88 | 4 | 40,93 | 87,64 | 43,82 |
| P05 | 83,02 | 3 | 27,67 | 81,76 | 40,88 | 2 | 41,51 | 87,64 | 43,82 |
| P06 | 142,78 | 4 | 35,70 | 81,76 | 40,88 | 4 | 35,70 | 87,64 | 43,82 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 16,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) |
| P01 | 67,97 | 2 | 33,99 | 121,27 | 60,63 | 2 | 33,99 | 111,79 | 55,89 |
| P02 | 163,73 | 3 | 54,58 | 121,27 | 60,63 | 3 | 54,58 | 111,79 | 55,89 |
| P05 | 83,02 | 2 | 41,51 | 121,27 | 60,63 | 2 | 41,51 | 111,79 | 55,89 |
| P06 | 142,78 | 3 | 47,59 | 121,27 | 60,63 | 3 | 47,59 | 111,79 | 55,89 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 17,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) |
| P01 | 67,97 | 1 | 67,97 | 147,22 | 73,61 | 1 | 67,97 | 139,21 | 69,60 |
| P02 | 163,73 | 3 | 54,58 | 147,22 | 73,61 | 3 | 54,58 | 139,21 | 69,60 |
| P05 | 83,02 | 2 | 41,51 | 147,22 | 73,61 | 2 | 41,51 | 139,21 | 69,60 |
| P06 | 142,78 | 2 | 71,39 | 147,22 | 73,61 | 3 | 47,59 | 139,21 | 69,60 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 18,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) |
| P01 | 67,97 | 1 | 67,97 | 167,63 | 83,82 | LIMITADO PELO SPT | | | |
| P02 | 163,73 | 2 | 81,87 | 167,63 | 83,82 | | | | |
| P05 | 83,02 | 1 | 83,02 | 167,63 | 83,82 | | | | |
| P06 | 142,78 | 2 | 71,39 | 167,63 | 83,82 | | | | |

LEGENDA

Aoki-Velloso

Décourt-Quaresma

NBR 6122

APÊNDICE D – Estaqueamento metro a metro dos pilares P03, P04, P07 e P08

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 19,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) |
| P03 | 165,86 | 9 | 18,43 | 41,24 | 20,62 | 7 | 23,69 | 54,87 | 27,43 |
| P04 | 68,44 | 4 | 17,11 | 41,24 | 20,62 | 3 | 22,81 | 54,87 | 27,43 |
| P07 | 145,05 | 8 | 18,13 | 41,24 | 20,62 | 6 | 24,18 | 54,87 | 27,43 |
| P08 | 83,61 | 5 | 16,72 | 41,24 | 20,62 | 4 | 20,90 | 54,87 | 27,43 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 20,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) |
| P03 | 165,86 | 8 | 20,73 | 44,21 | 22,10 | 6 | 27,64 | 60,76 | 30,00 |
| P04 | 68,44 | 4 | 17,11 | 44,21 | 22,10 | 3 | 22,81 | 60,76 | 30,00 |
| P07 | 145,05 | 7 | 20,72 | 44,21 | 22,10 | 5 | 29,01 | 60,76 | 30,00 |
| P08 | 83,61 | 4 | 20,90 | 44,21 | 22,10 | 3 | 27,87 | 60,76 | 30,00 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 21,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) |
| P03 | 165,86 | 7 | 23,69 | 52,30 | 26,15 | 6 | 27,64 | 68,20 | 30,00 |
| P04 | 68,44 | 3 | 22,81 | 52,30 | 26,15 | 3 | 22,81 | 68,20 | 30,00 |
| P07 | 145,05 | 6 | 24,18 | 52,30 | 26,15 | 5 | 29,01 | 68,20 | 30,00 |
| P08 | 83,61 | 4 | 20,90 | 52,30 | 26,15 | 3 | 27,87 | 68,20 | 30,00 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 22,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Qtd. Est. Φ 25 | Solicit./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) | Resist./ est. Φ 25 (tf) |
| P03 | 165,86 | 6 | 27,64 | 64,28 | 30,00 | 6 | 27,64 | 77,89 | 30,00 |
| P04 | 68,44 | 3 | 22,81 | 64,28 | 30,00 | 3 | 22,81 | 77,89 | 30,00 |
| P07 | 145,05 | 5 | 29,01 | 64,28 | 30,00 | 5 | 29,01 | 77,89 | 30,00 |
| P08 | 83,61 | 3 | 27,87 | 64,28 | 30,00 | 3 | 27,87 | 77,89 | 30,00 |

LEGENDA

Aoki-Veloso

Décourt-Quaresma

NBR 6122

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 20,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) |
| P03 | 165,86 | 6 | 27,64 | 56,76 | 28,38 | 5 | 33,17 | 73,61 | 36,80 |
| P04 | 68,44 | 3 | 22,81 | 56,76 | 28,38 | 2 | 34,22 | 73,61 | 36,80 |
| P07 | 145,05 | 6 | 24,18 | 56,76 | 28,38 | 4 | 36,26 | 73,61 | 36,80 |
| P08 | 83,61 | 3 | 27,87 | 56,76 | 28,38 | 3 | 27,87 | 73,61 | 36,80 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 21,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) |
| P03 | 165,86 | 5 | 33,17 | 67,50 | 33,75 | 5 | 33,17 | 82,69 | 41,35 |
| P04 | 68,44 | 3 | 22,81 | 67,50 | 33,75 | 2 | 34,22 | 82,69 | 41,35 |
| P07 | 145,05 | 5 | 29,01 | 67,50 | 33,75 | 4 | 36,26 | 82,69 | 41,35 |
| P08 | 83,61 | 3 | 27,87 | 67,50 | 33,75 | 3 | 27,87 | 82,69 | 41,35 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 22,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) |
| P03 | 165,86 | 4 | 41,47 | 83,53 | 41,77 | 4 | 41,47 | 94,50 | 45,00 |
| P04 | 68,44 | 2 | 34,22 | 83,53 | 41,77 | 2 | 34,22 | 94,50 | 45,00 |
| P07 | 145,05 | 4 | 36,26 | 83,53 | 41,77 | 4 | 36,26 | 94,50 | 45,00 |
| P08 | 83,61 | 3 | 27,87 | 83,53 | 41,77 | 2 | 41,81 | 94,50 | 45,00 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 23,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) |
| P03 | 165,86 | 4 | 41,47 | 93,97 | 45,00 | 4 | 41,47 | 106,98 | 45,00 |
| P04 | 68,44 | 2 | 34,22 | 93,97 | 45,00 | 2 | 34,22 | 106,98 | 45,00 |
| P07 | 145,05 | 4 | 36,26 | 93,97 | 45,00 | 4 | 36,26 | 106,98 | 45,00 |
| P08 | 83,61 | 2 | 41,81 | 93,97 | 45,00 | 2 | 41,81 | 106,98 | 45,00 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 24,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) | Resist./ est. Φ30 (tf) |
| P03 | 165,86 | 4 | 41,47 | 102,14 | 45,00 | | | | |
| P04 | 68,44 | 2 | 34,22 | 102,14 | 45,00 | | | | |
| P07 | 145,05 | 4 | 36,26 | 102,14 | 45,00 | | | | |
| P08 | 83,61 | 2 | 41,81 | 102,14 | 45,00 | | | | |

LEGENDA

Aoki-Velloso

Décourt-Quaresma

NBR 6122

LIMITADO PELO SPT

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 20,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) |
| P03 | 165,86 | 5 | 33,17 | 70,54 | 35,27 | 4 | 41,47 | 86,68 | 43,34 |
| P04 | 68,44 | 2 | 34,22 | 70,54 | 35,27 | 2 | 34,22 | 86,68 | 43,34 |
| P07 | 145,05 | 5 | 29,01 | 70,54 | 35,27 | 4 | 36,26 | 86,68 | 43,34 |
| P08 | 83,61 | 3 | 27,87 | 70,54 | 35,27 | 2 | 41,81 | 86,68 | 43,34 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 21,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) |
| P03 | 165,86 | 4 | 41,47 | 84,27 | 42,14 | 4 | 41,47 | 97,46 | 48,73 |
| P04 | 68,44 | 2 | 34,22 | 84,27 | 42,14 | 2 | 34,22 | 97,46 | 48,73 |
| P07 | 145,05 | 4 | 36,26 | 84,27 | 42,14 | 3 | 48,35 | 97,46 | 48,73 |
| P08 | 83,61 | 2 | 41,81 | 84,27 | 42,14 | 2 | 41,81 | 97,46 | 48,73 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 22,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) |
| P03 | 165,86 | 4 | 41,47 | 104,90 | 52,45 | 3 | 55,29 | 111,46 | 55,73 |
| P04 | 68,44 | 2 | 34,22 | 104,90 | 52,45 | 2 | 34,22 | 111,46 | 55,73 |
| P07 | 145,05 | 3 | 48,35 | 104,90 | 52,45 | 3 | 48,35 | 111,46 | 55,73 |
| P08 | 83,61 | 2 | 41,81 | 104,90 | 52,45 | 2 | 41,81 | 111,46 | 55,73 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 23,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) |
| P03 | 165,86 | 3 | 55,29 | 117,80 | 58,90 | 3 | 55,29 | 126,18 | 60,00 |
| P04 | 68,44 | 2 | 34,22 | 117,80 | 58,90 | 2 | 34,22 | 126,18 | 60,00 |
| P07 | 145,05 | 3 | 48,35 | 117,80 | 58,90 | 3 | 48,35 | 126,18 | 60,00 |
| P08 | 83,61 | 2 | 41,81 | 117,80 | 58,90 | 2 | 41,81 | 126,18 | 60,00 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 24,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) | Qtd. Est. Φ 35 | Solicit./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) | Resist./ est. Φ 35 (tf) |
| P03 | 165,86 | 3 | 55,29 | 127,56 | 60,00 | | | | |
| P04 | 68,44 | 2 | 34,22 | 127,56 | 60,00 | | | | |
| P07 | 145,05 | 3 | 48,35 | 127,56 | 60,00 | | | | |
| P08 | 83,61 | 2 | 41,81 | 127,56 | 60,00 | | | | |

LEGENDA

Aoki-Velloso

Décourt-Quaresma

NBR 6122

LIMITADO PELO SPT

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 20,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) |
| P03 | 165,86 | 4 | 41,47 | 85,58 | 42,79 | 4 | 41,47 | 99,99 | 49,99 |
| P04 | 68,44 | 2 | 34,22 | 85,58 | 42,79 | 2 | 34,22 | 99,99 | 49,99 |
| P07 | 145,05 | 4 | 36,26 | 85,58 | 42,79 | 3 | 48,35 | 99,99 | 49,99 |
| P08 | 83,61 | 2 | 41,81 | 85,58 | 42,79 | 2 | 41,81 | 99,99 | 49,99 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 21,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) |
| P03 | 165,86 | 4 | 41,47 | 102,65 | 51,32 | 3 | 55,29 | 112,51 | 56,26 |
| P04 | 68,44 | 2 | 34,22 | 102,65 | 51,32 | 2 | 34,22 | 112,51 | 56,26 |
| P07 | 145,05 | 3 | 48,35 | 102,65 | 51,32 | 3 | 48,35 | 112,51 | 56,26 |
| P08 | 83,61 | 2 | 41,81 | 102,65 | 51,32 | 2 | 41,81 | 112,51 | 56,26 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 22,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) |
| P03 | 165,86 | 3 | 55,29 | 128,43 | 64,21 | 3 | 55,29 | 128,76 | 64,38 |
| P04 | 68,44 | 2 | 34,22 | 128,43 | 64,21 | 2 | 34,22 | 128,76 | 64,38 |
| P07 | 145,05 | 3 | 48,35 | 128,43 | 64,21 | 3 | 48,35 | 128,76 | 64,38 |
| P08 | 83,61 | 2 | 41,81 | 128,43 | 64,21 | 2 | 41,81 | 128,76 | 64,38 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 23,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) |
| P03 | 165,86 | 3 | 55,29 | 144,00 | 72,00 | 3 | 55,29 | 145,77 | 72,88 |
| P04 | 68,44 | 1 | 68,44 | 144,00 | 72,00 | 1 | 68,44 | 145,77 | 72,88 |
| P07 | 145,05 | 3 | 48,35 | 144,00 | 72,00 | 2 | 72,53 | 145,77 | 72,88 |
| P08 | 83,61 | 2 | 41,81 | 144,00 | 72,00 | 2 | 41,81 | 145,77 | 72,88 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 24,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Qtd. Est. Φ40 | Solicit./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) | Resist./ est. Φ40 (tf) |
| P03 | 165,86 | 3 | 55,29 | 155,43 | 77,72 | | | | |
| P04 | 68,44 | 1 | 68,44 | 155,43 | 77,72 | | | | |
| P07 | 145,05 | 2 | 72,53 | 155,43 | 77,72 | | | | |
| P08 | 83,61 | 2 | 41,81 | 155,43 | 77,72 | | | | |

LEGENDA

Aoki-Velloso

Décourt-Quaresma

NBR 6122

LIMITADO PELO SPT

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 21,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) |
| P03 | 165,86 | 3 | 55,29 | 144,08 | 72,04 | 3 | 55,29 | 143,47 | 71,73 |
| P04 | 68,44 | 1 | 68,44 | 144,08 | 72,04 | 1 | 68,44 | 143,47 | 71,73 |
| P07 | 145,05 | 3 | 48,35 | 144,08 | 72,04 | 3 | 48,35 | 143,47 | 71,73 |
| P08 | 83,61 | 2 | 41,81 | 144,08 | 72,04 | 2 | 41,81 | 143,47 | 71,73 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 22,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) |
| P03 | 165,86 | 2 | 82,93 | 181,79 | 90,89 | 3 | 55,29 | 164,41 | 82,20 |
| P04 | 68,44 | 1 | 68,44 | 181,79 | 90,89 | 1 | 68,44 | 164,41 | 82,20 |
| P07 | 145,05 | 2 | 72,53 | 181,79 | 90,89 | 2 | 72,53 | 164,41 | 82,20 |
| P08 | 83,61 | 1 | 83,61 | 181,79 | 90,89 | 2 | 41,81 | 164,41 | 82,20 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 23,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) |
| P03 | 165,86 | 2 | 82,93 | 203,31 | 101,66 | 2 | 82,93 | 186,13 | 93,07 |
| P04 | 68,44 | 1 | 68,44 | 203,31 | 101,66 | 1 | 68,44 | 186,13 | 93,07 |
| P07 | 145,05 | 2 | 72,53 | 203,31 | 101,66 | 2 | 72,53 | 186,13 | 93,07 |
| P08 | 83,61 | 1 | 83,61 | 203,31 | 101,66 | 1 | 83,61 | 186,13 | 93,07 |

| COMPRIMENTO DAS ESTACAS: 24,00 METROS | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicitação (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Qtd. Est. Φ50 | Solicit./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) | Resist./ est. Φ50 (tf) |
| P03 | 165,86 | 2 | 82,93 | 218,29 | 109,15 | | | | |
| P04 | 68,44 | 1 | 68,44 | 218,29 | 109,15 | | | | |
| P07 | 145,05 | 2 | 72,53 | 218,29 | 109,15 | | | | |
| P08 | 83,61 | 1 | 83,61 | 218,29 | 109,15 | | | | |

LEGENDA

Aoki-Velloso

Décourt-Quaresma

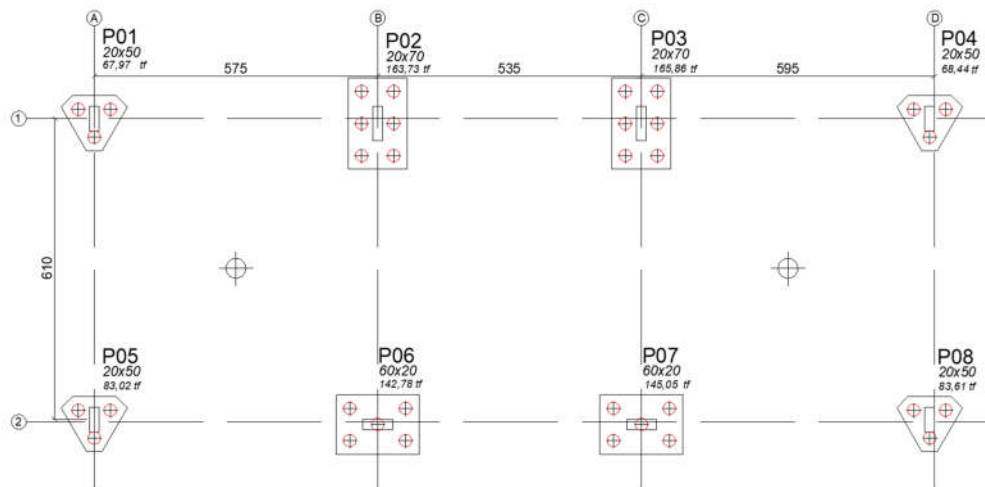
NBR 6122

LIMITADO PELO SPT

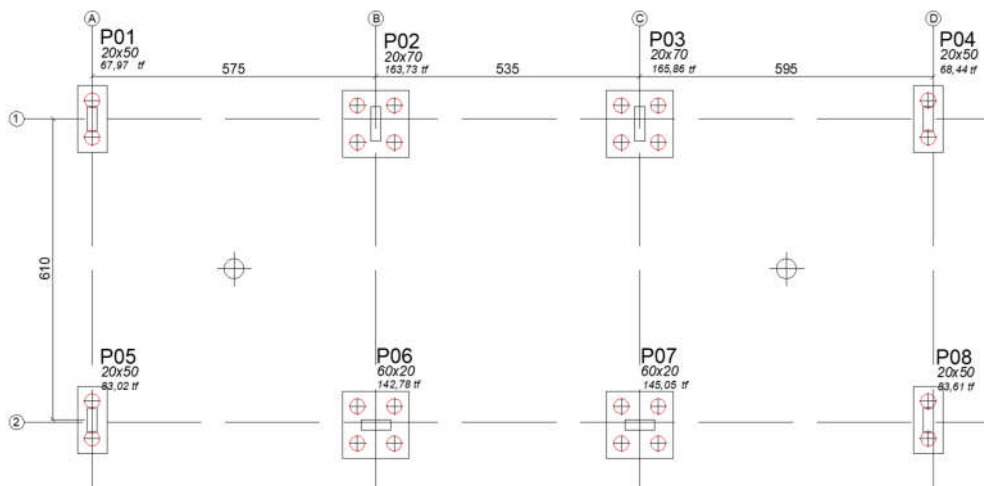
APÊNDICE E – Peças gráficas dos estaqueamentos

E-1 Capacidade de carga das estacas previstas pelo Método Aoki-Velloso

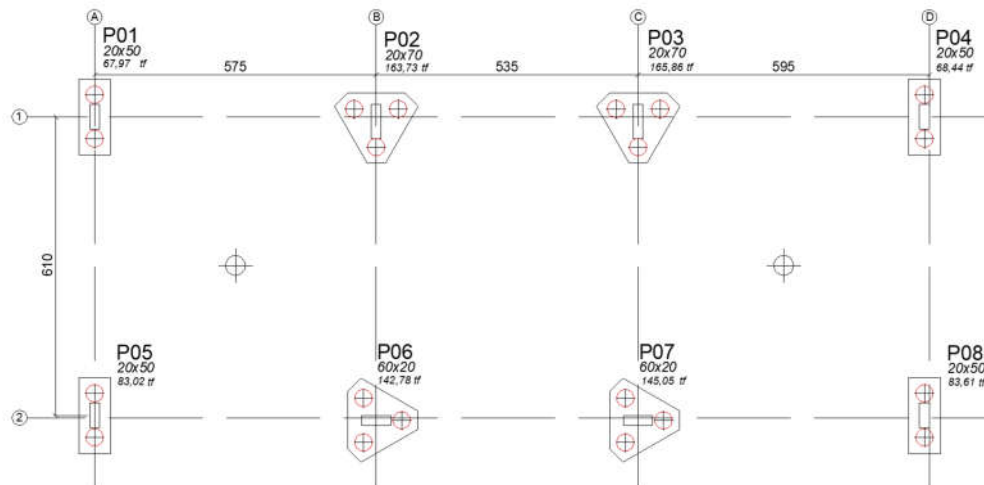
a) Diâmetro das estacas: 25 cm. Método de previsão da capacidade: Aoki-Velloso



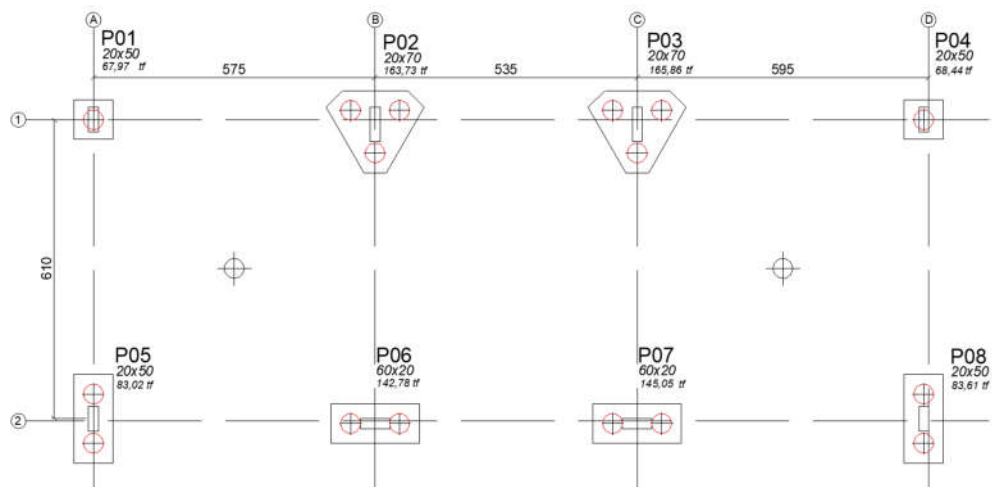
b) Diâmetro das estacas: 30 cm. Método de previsão da capacidade: Aoki-Velloso



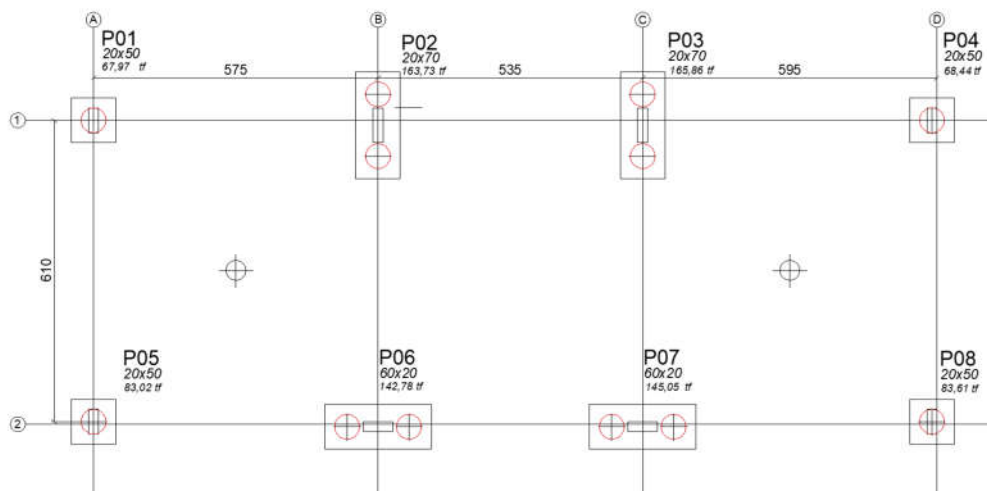
c) **Diâmetro das estacas: 35 cm. Método de previsão da capacidade: Aoki-Velloso**



d) **Diâmetro das estacas: 40 cm. Método de previsão da capacidade: Aoki-Velloso**

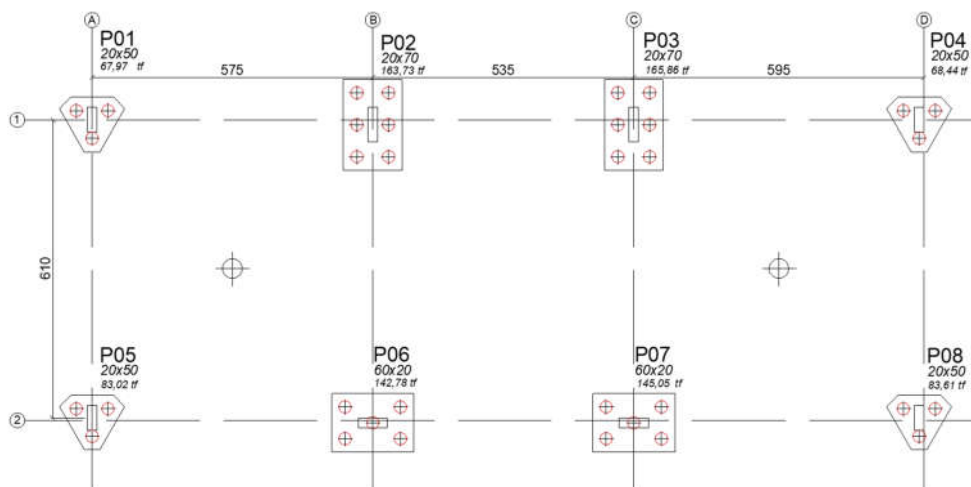


e) **Diâmetro das estacas: 50 cm. Método de previsão da capacidade: Aoki-Velloso**

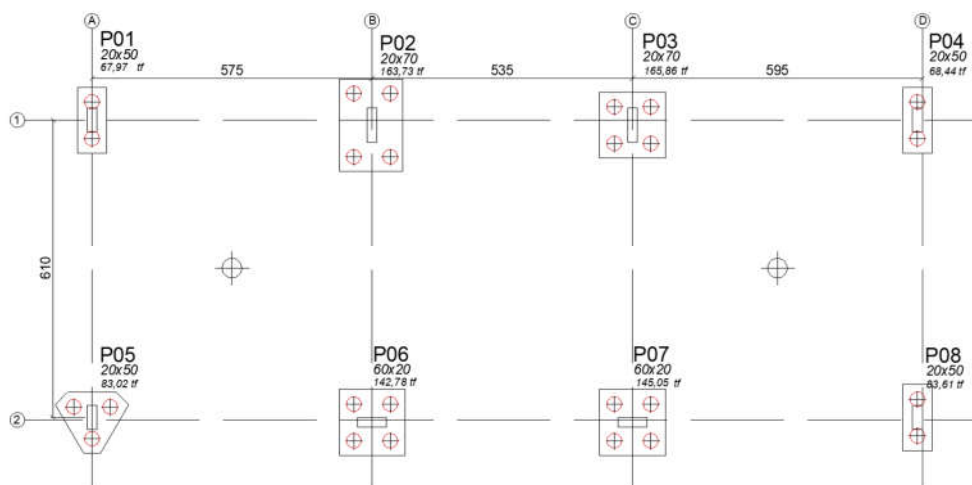


E-2 Capacidade de carga das estacas previstas pelo Método Décourt-Quaresma

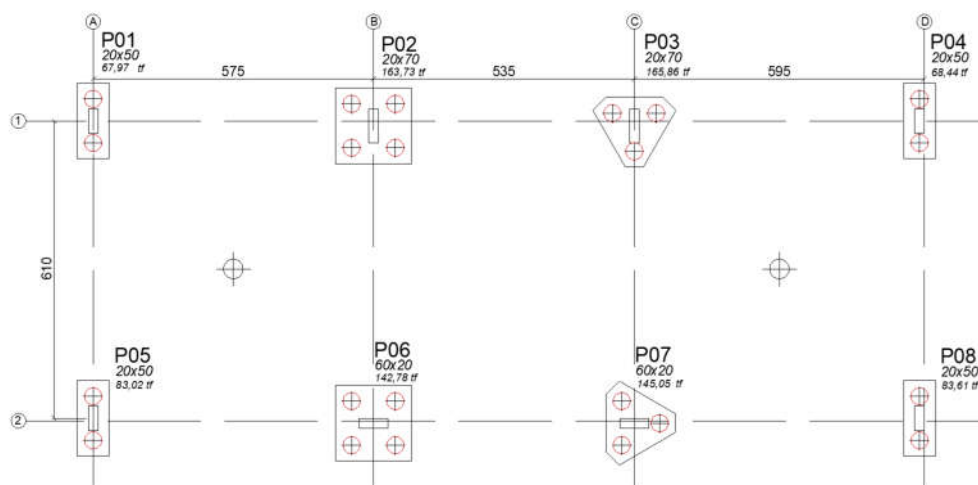
a) **Diâmetro das estacas: 25 cm. Método de previsão da capacidade: Décourt-Quaresma**



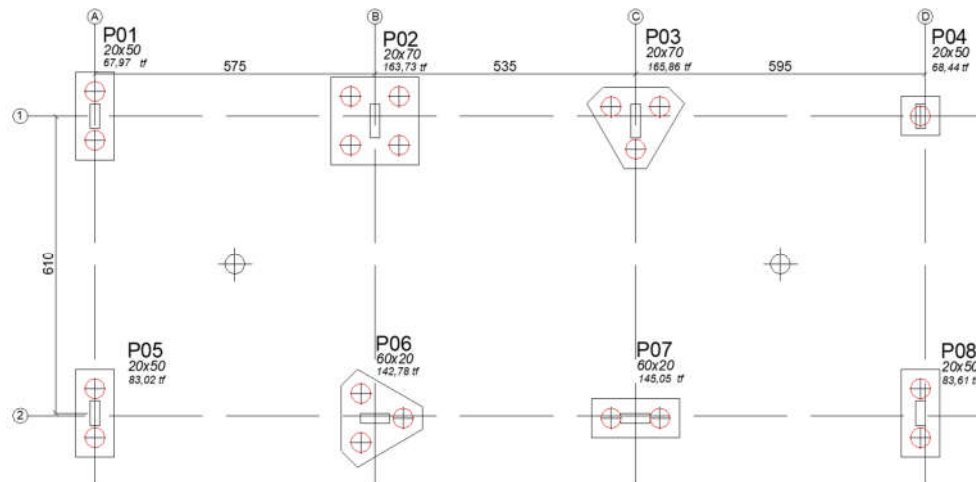
b) Diâmetro das estacas: 30 cm. Método de previsão da capacidade: Décourt-Quaresma



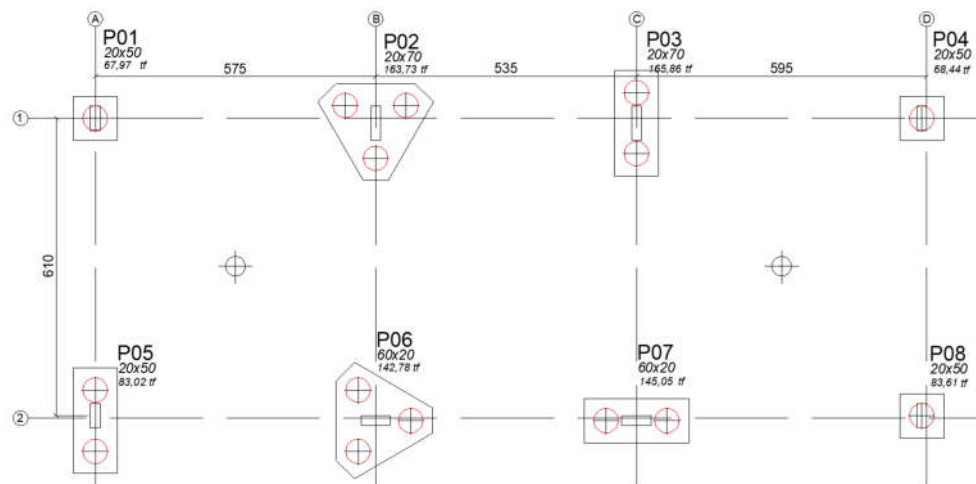
c) Diâmetro das estacas: 35 cm. Método de previsão da capacidade: Décourt-Quaresma



d) Diâmetro das estacas: 40 cm. Método de previsão da capacidade: Décourt-Quaresma



e) Diâmetro das estacas: 50 cm. Método de previsão da capacidade: Décourt-Quaresma



APÊNDICE F – Solicitações nas estacas após multiplicação pelos fatores de geração das sobrecargas (acréscimos de 10%)

| AOKI-VELLOSO Φ 25 CM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|
| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
| P01 | 3 | 58,78 | 1,0 | 22,66 | P02 | 6 | 58,78 | 1,0 | 27,29 | P03 | 6 | 64,28 | 1 | 27,64 | P04 | 3 | 52,30 | 1 | 22,81 |
| | | | 1,1 | 24,92 | | | | 1,1 | 30,02 | | | | 1,1 | 30,41 | | | | 1,1 | 25,09 |
| | | | 1,2 | 27,19 | | | | 1,2 | 32,75 | | | | 1,2 | 33,17 | | | | 1,2 | 27,38 |
| | | | 1,3 | 29,45 | | | | 1,3 | 35,47 | | | | 1,3 | 35,94 | | | | 1,3 | 29,66 |
| | | | 1,4 | 31,72 | | | | 1,4 | 38,20 | | | | 1,4 | 38,70 | | | | 1,4 | 31,94 |
| | | | 1,5 | 33,99 | | | | 1,5 | 40,93 | | | | 1,5 | 41,47 | | | | 1,5 | 34,22 |
| | | | 1,6 | 36,25 | | | | 1,6 | 43,66 | | | | 1,6 | 44,23 | | | | 1,6 | 36,50 |
| | | | 1,7 | 38,52 | | | | 1,7 | 46,39 | | | | 1,7 | 46,99 | | | | 1,7 | 38,78 |
| | | | 1,8 | 40,78 | | | | 1,8 | 49,12 | | | | 1,8 | 49,76 | | | | 1,8 | 41,06 |
| | | | 1,9 | 43,05 | | | | 1,9 | 51,85 | | | | 1,9 | 52,52 | | | | 1,9 | 43,35 |
| | | | 2,0 | 45,31 | | | | 2,0 | 54,58 | | | | 2,0 | 55,29 | | | | 2,0 | 45,63 |
| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
| P05 | 3 | 58,78 | 1 | 27,67 | P06 | 5 | 58,78 | 1 | 28,56 | P07 | 5 | 64,28 | 1 | 29,01 | P08 | 3 | 64,28 | 1 | 27,87 |
| | | | 1,1 | 30,44 | | | | 1,1 | 31,41 | | | | 1,1 | 31,91 | | | | 1,1 | 30,66 |
| | | | 1,2 | 33,21 | | | | 1,2 | 34,27 | | | | 1,2 | 34,81 | | | | 1,2 | 33,44 |
| | | | 1,3 | 35,98 | | | | 1,3 | 37,12 | | | | 1,3 | 37,71 | | | | 1,3 | 36,23 |
| | | | 1,4 | 38,74 | | | | 1,4 | 39,98 | | | | 1,4 | 40,61 | | | | 1,4 | 39,02 |
| | | | 1,5 | 41,51 | | | | 1,5 | 42,83 | | | | 1,5 | 43,52 | | | | 1,5 | 41,81 |
| | | | 1,6 | 44,28 | | | | 1,6 | 45,69 | | | | 1,6 | 46,42 | | | | 1,6 | 44,59 |
| | | | 1,7 | 47,04 | | | | 1,7 | 48,55 | | | | 1,7 | 49,32 | | | | 1,7 | 47,38 |
| | | | 1,8 | 49,81 | | | | 1,8 | 51,40 | | | | 1,8 | 52,22 | | | | 1,8 | 50,17 |
| | | | 1,9 | 52,58 | | | | 1,9 | 54,26 | | | | 1,9 | 55,12 | | | | 1,9 | 52,95 |
| | | | 2,0 | 55,35 | | | | 2,0 | 57,11 | | | | 2,0 | 58,02 | | | | 2,0 | 55,74 |

AOKI-VELLOSO Ø30 CM

| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|
| P01 | 2 | 77,34 | 1,0 | 33,99 | P02 | 4 | 93,91 | 1,0 | 40,93 | P03 | 4 | 83,53 | 1,0 | 41,47 | P04 | 2 | 83,53 | 1,0 | 34,22 |
| | | | 1,1 | 37,38 | | | | 1,1 | 45,03 | | | | 1,1 | 45,61 | | | | 1,1 | 37,64 |
| | | | 1,2 | 40,78 | | | | 1,2 | 49,12 | | | | 1,2 | 49,76 | | | | 1,2 | 41,06 |
| | | | 1,3 | 44,18 | | | | 1,3 | 53,21 | | | | 1,3 | 53,90 | | | | 1,3 | 44,49 |
| | | | 1,4 | 47,58 | | | | 1,4 | 57,31 | | | | 1,4 | 58,05 | | | | 1,4 | 47,91 |
| | | | 1,5 | 50,98 | | | | 1,5 | 61,40 | | | | 1,5 | 62,20 | | | | 1,5 | 51,33 |
| | | | 1,6 | 54,38 | | | | 1,6 | 65,49 | | | | 1,6 | 66,34 | | | | 1,6 | 54,75 |
| | | | 1,7 | 57,77 | | | | 1,7 | 69,59 | | | | 1,7 | 70,49 | | | | 1,7 | 58,17 |
| | | | 1,8 | 61,17 | | | | 1,8 | 73,68 | | | | 1,8 | 74,64 | | | | 1,8 | 61,60 |
| | | | 1,9 | 64,57 | | | | 1,9 | 77,77 | | | | 1,9 | 78,78 | | | | 1,9 | 65,02 |
| | | | 2,0 | 67,97 | | | | 2,0 | 81,87 | | | | 2,0 | 82,93 | | | | 2,0 | 68,44 |
| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
| P05 | 2 | 93,91 | 1,0 | 41,51 | P06 | 4 | 77,34 | 1 | 35,70 | P07 | 4 | 83,53 | 1 | 36,26 | P08 | 2 | 93,97 | 1 | 41,81 |
| | | | 1,1 | 45,66 | | | | 1,1 | 39,26 | | | | 1,1 | 39,89 | | | | 1,1 | 45,99 |
| | | | 1,2 | 49,81 | | | | 1,2 | 42,83 | | | | 1,2 | 43,52 | | | | 1,2 | 50,17 |
| | | | 1,3 | 53,96 | | | | 1,3 | 46,40 | | | | 1,3 | 47,14 | | | | 1,3 | 54,35 |
| | | | 1,4 | 58,11 | | | | 1,4 | 49,97 | | | | 1,4 | 50,77 | | | | 1,4 | 58,53 |
| | | | 1,5 | 62,27 | | | | 1,5 | 53,54 | | | | 1,5 | 54,39 | | | | 1,5 | 62,71 |
| | | | 1,6 | 66,42 | | | | 1,6 | 57,11 | | | | 1,6 | 58,02 | | | | 1,6 | 66,89 |
| | | | 1,7 | 70,57 | | | | 1,7 | 60,68 | | | | 1,7 | 61,65 | | | | 1,7 | 71,07 |
| | | | 1,8 | 74,72 | | | | 1,8 | 64,25 | | | | 1,8 | 65,27 | | | | 1,8 | 75,25 |
| | | | 1,9 | 78,87 | | | | 1,9 | 67,82 | | | | 1,9 | 68,90 | | | | 1,9 | 79,43 |
| | | | 2,0 | 83,02 | | | | 2,0 | 71,39 | | | | 2,0 | 72,53 | | | | 2,0 | 83,61 |

AOKI-VELLOSO Ø35 CM

| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|
| P01 | 2 | 98,15 | 1,0 | 33,99 | P02 | 3 | 119,17 | 1,0 | 54,58 | P03 | 3 | 117,80 | 1,0 | 55,29 | P04 | 2 | 70,54 | 1,0 | 34,22 |
| | | | 1,1 | 37,38 | | | | 1,1 | 60,03 | | | | 1,1 | 60,82 | | | | 1,1 | 37,64 |
| | | | 1,2 | 40,78 | | | | 1,2 | 65,49 | | | | 1,2 | 66,34 | | | | 1,2 | 41,06 |
| | | | 1,3 | 44,18 | | | | 1,3 | 70,95 | | | | 1,3 | 71,87 | | | | 1,3 | 44,49 |
| | | | 1,4 | 47,58 | | | | 1,4 | 76,41 | | | | 1,4 | 77,40 | | | | 1,4 | 47,91 |
| | | | 1,5 | 50,98 | | | | 1,5 | 81,87 | | | | 1,5 | 82,93 | | | | 1,5 | 51,33 |
| | | | 1,6 | 54,38 | | | | 1,6 | 87,32 | | | | 1,6 | 88,46 | | | | 1,6 | 54,75 |
| | | | 1,7 | 57,77 | | | | 1,7 | 92,78 | | | | 1,7 | 93,99 | | | | 1,7 | 58,17 |
| | | | 1,8 | 61,17 | | | | 1,8 | 98,24 | | | | 1,8 | 99,52 | | | | 1,8 | 61,60 |
| | | | 1,9 | 64,57 | | | | 1,9 | 103,70 | | | | 1,9 | 105,04 | | | | 1,9 | 65,02 |
| | | | 2,0 | 67,97 | | | | 2,0 | 109,15 | | | | 2,0 | 110,57 | | | | 2,0 | 68,44 |
| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
| P05 | 2 | 98,15 | 1,0 | 41,51 | P06 | 3 | 98,15 | 1,0 | 47,59 | P07 | 3 | 104,90 | 1,0 | 48,35 | P08 | 2 | 84,27 | 1,0 | 41,81 |
| | | | 1,1 | 45,66 | | | | 1,1 | 52,35 | | | | 1,1 | 53,19 | | | | 1,1 | 45,99 |
| | | | 1,2 | 49,81 | | | | 1,2 | 57,11 | | | | 1,2 | 58,02 | | | | 1,2 | 50,17 |
| | | | 1,3 | 53,96 | | | | 1,3 | 61,87 | | | | 1,3 | 62,86 | | | | 1,3 | 54,35 |
| | | | 1,4 | 58,11 | | | | 1,4 | 66,63 | | | | 1,4 | 67,69 | | | | 1,4 | 58,53 |
| | | | 1,5 | 62,27 | | | | 1,5 | 71,39 | | | | 1,5 | 72,53 | | | | 1,5 | 62,71 |
| | | | 1,6 | 66,42 | | | | 1,6 | 76,15 | | | | 1,6 | 77,36 | | | | 1,6 | 66,89 |
| | | | 1,7 | 70,57 | | | | 1,7 | 80,91 | | | | 1,7 | 82,20 | | | | 1,7 | 71,07 |
| | | | 1,8 | 74,72 | | | | 1,8 | 85,67 | | | | 1,8 | 87,03 | | | | 1,8 | 75,25 |
| | | | 1,9 | 78,87 | | | | 1,9 | 90,43 | | | | 1,9 | 91,87 | | | | 1,9 | 79,43 |
| | | | 2,0 | 83,02 | | | | 2,0 | 95,19 | | | | 2,0 | 96,70 | | | | 2,0 | 83,61 |

AOKI-VELLOSO Ø40 CM

| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|
| P01 | 1 | 147,22 | 1,0 | 67,97 | P02 | 3 | 121,27 | 1,0 | 54,58 | P03 | 3 | 128,43 | 1,0 | 55,29 | P04 | 1 | 144,00 | 1,0 | 68,44 |
| | | | 1,1 | 74,77 | | | | 1,1 | 60,03 | | | | 1,1 | 60,82 | | | | 1,1 | 75,28 |
| | | | 1,2 | 81,56 | | | | 1,2 | 65,49 | | | | 1,2 | 66,34 | | | | 1,2 | 82,13 |
| | | | 1,3 | 88,36 | | | | 1,3 | 70,95 | | | | 1,3 | 71,87 | | | | 1,3 | 88,97 |
| | | | 1,4 | 95,16 | | | | 1,4 | 76,41 | | | | 1,4 | 77,40 | | | | 1,4 | 95,82 |
| | | | 1,5 | 101,96 | | | | 1,5 | 81,87 | | | | 1,5 | 82,93 | | | | 1,5 | 102,66 |
| | | | 1,6 | 108,75 | | | | 1,6 | 87,32 | | | | 1,6 | 88,46 | | | | 1,6 | 109,50 |
| | | | 1,7 | 115,55 | | | | 1,7 | 92,78 | | | | 1,7 | 93,99 | | | | 1,7 | 116,35 |
| | | | 1,8 | 122,35 | | | | 1,8 | 98,24 | | | | 1,8 | 99,52 | | | | 1,8 | 123,19 |
| | | | 1,9 | 129,14 | | | | 1,9 | 103,70 | | | | 1,9 | 105,04 | | | | 1,9 | 130,04 |
| | | | 2,0 | 135,94 | | | | 2,0 | 109,15 | | | | 2,0 | 110,57 | | | | 2,0 | 136,88 |
| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
| P05 | 2 | 98,15 | 1,0 | 41,51 | P06 | 3 | 98,15 | 1,0 | 47,59 | P07 | 3 | 104,90 | 1,0 | 48,35 | P08 | 2 | 84,27 | 1,0 | 41,81 |
| | | | 1,1 | 45,66 | | | | 1,1 | 52,35 | | | | 1,1 | 53,19 | | | | 1,1 | 45,99 |
| | | | 1,2 | 49,81 | | | | 1,2 | 57,11 | | | | 1,2 | 58,02 | | | | 1,2 | 50,17 |
| | | | 1,3 | 53,96 | | | | 1,3 | 61,87 | | | | 1,3 | 62,86 | | | | 1,3 | 54,35 |
| | | | 1,4 | 58,11 | | | | 1,4 | 66,63 | | | | 1,4 | 67,69 | | | | 1,4 | 58,53 |
| | | | 1,5 | 62,27 | | | | 1,5 | 71,39 | | | | 1,5 | 72,53 | | | | 1,5 | 62,71 |
| | | | 1,6 | 66,42 | | | | 1,6 | 76,15 | | | | 1,6 | 77,36 | | | | 1,6 | 66,89 |
| | | | 1,7 | 70,57 | | | | 1,7 | 80,91 | | | | 1,7 | 82,20 | | | | 1,7 | 71,07 |
| | | | 1,8 | 74,72 | | | | 1,8 | 85,67 | | | | 1,8 | 87,03 | | | | 1,8 | 75,25 |
| | | | 1,9 | 78,87 | | | | 1,9 | 90,43 | | | | 1,9 | 91,87 | | | | 1,9 | 79,43 |
| | | | 2,0 | 83,02 | | | | 2,0 | 95,19 | | | | 2,0 | 96,70 | | | | 2,0 | 83,61 |

AOKI-VELLOSO Ø50 CM

| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|
| P01 | 1 | 147,22 | 1,0 | 67,97 | P02 | 2 | 167,63 | 1,0 | 81,87 | P03 | 2 | 181,79 | 1,0 | 82,93 | P04 | 1 | 144,08 | 1,0 | 68,44 |
| | | | 1,1 | 74,77 | | | | 1,1 | 90,05 | | | | 1,1 | 91,22 | | | | 1,1 | 75,28 |
| | | | 1,2 | 81,56 | | | | 1,2 | 98,24 | | | | 1,2 | 99,52 | | | | 1,2 | 82,13 |
| | | | 1,3 | 88,36 | | | | 1,3 | 106,42 | | | | 1,3 | 107,81 | | | | 1,3 | 88,97 |
| | | | 1,4 | 95,16 | | | | 1,4 | 114,61 | | | | 1,4 | 116,10 | | | | 1,4 | 95,82 |
| | | | 1,5 | 101,96 | | | | 1,5 | 122,80 | | | | 1,5 | 124,40 | | | | 1,5 | 102,66 |
| | | | 1,6 | 108,75 | | | | 1,6 | 130,98 | | | | 1,6 | 132,69 | | | | 1,6 | 109,50 |
| | | | 1,7 | 115,55 | | | | 1,7 | 139,17 | | | | 1,7 | 140,98 | | | | 1,7 | 116,35 |
| | | | 1,8 | 122,35 | | | | 1,8 | 147,36 | | | | 1,8 | 149,27 | | | | 1,8 | 123,19 |
| | | | 1,9 | 129,14 | | | | 1,9 | 155,54 | | | | 1,9 | 157,57 | | | | 1,9 | 130,04 |
| | | | 2,0 | 135,94 | | | | 2,0 | 163,73 | | | | 2,0 | 165,86 | | | | 2,0 | 136,88 |
| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
| P05 | 1 | 167,63 | 1,0 | 83,02 | P06 | 2 | 147,22 | 1,0 | 71,39 | P07 | 2 | 181,79 | 1,0 | 72,53 | P08 | 1 | 181,79 | 1,0 | 83,61 |
| | | | 1,1 | 91,32 | | | | 1,1 | 78,53 | | | | 1,1 | 79,78 | | | | 1,1 | 91,97 |
| | | | 1,2 | 99,62 | | | | 1,2 | 85,67 | | | | 1,2 | 87,03 | | | | 1,2 | 100,33 |
| | | | 1,3 | 107,93 | | | | 1,3 | 92,81 | | | | 1,3 | 94,28 | | | | 1,3 | 108,69 |
| | | | 1,4 | 116,23 | | | | 1,4 | 99,95 | | | | 1,4 | 101,54 | | | | 1,4 | 117,05 |
| | | | 1,5 | 124,53 | | | | 1,5 | 107,09 | | | | 1,5 | 108,79 | | | | 1,5 | 125,42 |
| | | | 1,6 | 132,83 | | | | 1,6 | 114,22 | | | | 1,6 | 116,04 | | | | 1,6 | 133,78 |
| | | | 1,7 | 141,13 | | | | 1,7 | 121,36 | | | | 1,7 | 123,29 | | | | 1,7 | 142,14 |
| | | | 1,8 | 149,44 | | | | 1,8 | 128,50 | | | | 1,8 | 130,55 | | | | 1,8 | 150,50 |
| | | | 1,9 | 157,74 | | | | 1,9 | 135,64 | | | | 1,9 | 137,80 | | | | 1,9 | 158,86 |
| | | | 2,0 | 166,04 | | | | 2,0 | 142,78 | | | | 2,0 | 145,05 | | | | 2,0 | 167,22 |

DÉCOURT-QUARESMA Ø25

| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|
| P01 | 3 | 51,38 | 1,0 | 22,66 | P02 | 6 | 63,87 | 1,0 | 27,29 | P03 | 6 | 60,76 | 1,0 | 27,64 | P04 | 3 | 54,87 | 1,0 | 22,81 |
| | | | 1,1 | 24,92 | | | | 1,1 | 30,02 | | | | 1,1 | 30,41 | | | | 1,1 | 25,09 |
| | | | 1,2 | 27,19 | | | | 1,2 | 32,75 | | | | 1,2 | 33,17 | | | | 1,2 | 27,38 |
| | | | 1,3 | 29,45 | | | | 1,3 | 35,47 | | | | 1,3 | 35,94 | | | | 1,3 | 29,66 |
| | | | 1,4 | 31,72 | | | | 1,4 | 38,20 | | | | 1,4 | 38,70 | | | | 1,4 | 31,94 |
| | | | 1,5 | 33,99 | | | | 1,5 | 40,93 | | | | 1,5 | 41,47 | | | | 1,5 | 34,22 |
| | | | 1,6 | 36,25 | | | | 1,6 | 43,66 | | | | 1,6 | 44,23 | | | | 1,6 | 36,50 |
| | | | 1,7 | 38,52 | | | | 1,7 | 46,39 | | | | 1,7 | 46,99 | | | | 1,7 | 38,78 |
| | | | 1,8 | 40,78 | | | | 1,8 | 49,12 | | | | 1,8 | 49,76 | | | | 1,8 | 41,06 |
| | | | 1,9 | 43,05 | | | | 1,9 | 51,85 | | | | 1,9 | 52,52 | | | | 1,9 | 43,35 |
| | | | 2,0 | 45,31 | | | | 2,0 | 54,58 | | | | 2,0 | 55,29 | | | | 2,0 | 45,63 |
| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
| P05 | 3 | 63,87 | 1 | 27,67 | P06 | 5 | 63,87 | 1 | 28,56 | P07 | 5 | 60,76 | 1 | 29,01 | P08 | 3 | 60,76 | 1 | 27,87 |
| | | | 1,1 | 30,44 | | | | 1,1 | 31,41 | | | | 1,1 | 31,91 | | | | 1,1 | 30,66 |
| | | | 1,2 | 33,21 | | | | 1,2 | 34,27 | | | | 1,2 | 34,81 | | | | 1,2 | 33,44 |
| | | | 1,3 | 35,98 | | | | 1,3 | 37,12 | | | | 1,3 | 37,71 | | | | 1,3 | 36,23 |
| | | | 1,4 | 38,74 | | | | 1,4 | 39,98 | | | | 1,4 | 40,61 | | | | 1,4 | 39,02 |
| | | | 1,5 | 41,51 | | | | 1,5 | 42,83 | | | | 1,5 | 43,52 | | | | 1,5 | 41,81 |
| | | | 1,6 | 44,28 | | | | 1,6 | 45,69 | | | | 1,6 | 46,42 | | | | 1,6 | 44,59 |
| | | | 1,7 | 47,04 | | | | 1,7 | 48,55 | | | | 1,7 | 49,32 | | | | 1,7 | 47,38 |
| | | | 1,8 | 49,81 | | | | 1,8 | 51,40 | | | | 1,8 | 52,22 | | | | 1,8 | 50,17 |
| | | | 1,90 | 52,58 | | | | 1,90 | 54,26 | | | | 1,90 | 55,12 | | | | 1,90 | 52,95 |
| | | | 2,00 | 55,35 | | | | 2,00 | 57,11 | | | | 2,00 | 58,02 | | | | 2,00 | 55,74 |

DÉCOURT-QUARESMA Φ30

| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|
| P01 | 2 | 78,02 | 1,0 | 33,99 | P02 | 5 | 78,02 | 1,0 | 32,75 | P03 | 4 | 94,50 | 1,0 | 41,47 | P04 | 2 | 73,61 | 1,0 | 34,22 |
| | | | 1,1 | 37,38 | | | | 1,1 | 36,02 | | | | 1,1 | 45,61 | | | | 1,1 | 37,64 |
| | | | 1,2 | 40,78 | | | | 1,2 | 39,30 | | | | 1,2 | 49,76 | | | | 1,2 | 41,06 |
| | | | 1,3 | 44,18 | | | | 1,3 | 42,57 | | | | 1,3 | 53,90 | | | | 1,3 | 44,49 |
| | | | 1,4 | 47,58 | | | | 1,4 | 45,84 | | | | 1,4 | 58,05 | | | | 1,4 | 47,91 |
| | | | 1,5 | 50,98 | | | | 1,5 | 49,12 | | | | 1,5 | 62,20 | | | | 1,5 | 51,33 |
| | | | 1,6 | 54,38 | | | | 1,6 | 52,39 | | | | 1,6 | 66,34 | | | | 1,6 | 54,75 |
| | | | 1,7 | 57,77 | | | | 1,7 | 55,67 | | | | 1,7 | 70,49 | | | | 1,7 | 58,17 |
| | | | 1,8 | 61,17 | | | | 1,8 | 58,94 | | | | 1,8 | 74,64 | | | | 1,8 | 61,60 |
| | | | 1,9 | 64,57 | | | | 1,9 | 62,22 | | | | 1,9 | 78,78 | | | | 1,9 | 65,02 |
| | | | 2,0 | 67,97 | | | | 2,0 | 65,49 | | | | 2,0 | 82,93 | | | | 2,0 | 68,44 |
| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
| P05 | 3 | 62,74 | 1 | 27,67 | P06 | 4 | 78,02 | 1 | 35,70 | P07 | 4 | 73,61 | 1 | 36,26 | P08 | 2 | 94,50 | 1 | 41,81 |
| | | | 1,1 | 30,44 | | | | 1,1 | 39,26 | | | | 1,1 | 39,89 | | | | 1,1 | 45,99 |
| | | | 1,2 | 33,21 | | | | 1,2 | 42,83 | | | | 1,2 | 43,52 | | | | 1,2 | 50,17 |
| | | | 1,3 | 35,98 | | | | 1,3 | 46,40 | | | | 1,3 | 47,14 | | | | 1,3 | 54,35 |
| | | | 1,4 | 38,74 | | | | 1,4 | 49,97 | | | | 1,4 | 50,77 | | | | 1,4 | 58,53 |
| | | | 1,5 | 41,51 | | | | 1,5 | 53,54 | | | | 1,5 | 54,39 | | | | 1,5 | 62,71 |
| | | | 1,6 | 44,28 | | | | 1,6 | 57,11 | | | | 1,6 | 58,02 | | | | 1,6 | 66,89 |
| | | | 1,7 | 47,04 | | | | 1,7 | 60,68 | | | | 1,7 | 61,65 | | | | 1,7 | 71,07 |
| | | | 1,8 | 49,81 | | | | 1,8 | 64,25 | | | | 1,8 | 65,27 | | | | 1,8 | 75,25 |
| | | | 1,90 | 52,58 | | | | 1,90 | 67,82 | | | | 1,90 | 68,90 | | | | 1,90 | 79,43 |
| | | | 2,00 | 55,35 | | | | 2,00 | 71,39 | | | | 2,00 | 72,53 | | | | 2,00 | 83,61 |

DÉCOURT-QUARESMA Ø35

| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|
| P01 | 2 | 74,46 | 1,0 | 33,99 | P02 | 4 | 92,63 | 1,0 | 40,93 | P03 | 3 | 111,46 | 1,0 | 55,29 | P04 | 2 | 69,75 | 1,0 | 34,22 |
| | | | 1,1 | 37,38 | | | | 1,1 | 45,03 | | | | 1,1 | 60,82 | | | | 1,1 | 37,64 |
| | | | 1,2 | 40,78 | | | | 1,2 | 49,12 | | | | 1,2 | 66,34 | | | | 1,2 | 41,06 |
| | | | 1,3 | 44,18 | | | | 1,3 | 53,21 | | | | 1,3 | 71,87 | | | | 1,3 | 44,49 |
| | | | 1,4 | 47,58 | | | | 1,4 | 57,31 | | | | 1,4 | 77,40 | | | | 1,4 | 47,91 |
| | | | 1,5 | 50,98 | | | | 1,5 | 61,40 | | | | 1,5 | 82,93 | | | | 1,5 | 51,33 |
| | | | 1,6 | 54,38 | | | | 1,6 | 65,49 | | | | 1,6 | 88,46 | | | | 1,6 | 54,75 |
| | | | 1,7 | 57,77 | | | | 1,7 | 69,59 | | | | 1,7 | 93,99 | | | | 1,7 | 58,17 |
| | | | 1,8 | 61,17 | | | | 1,8 | 73,68 | | | | 1,8 | 99,52 | | | | 1,8 | 61,60 |
| | | | 1,9 | 64,57 | | | | 1,9 | 77,77 | | | | 1,9 | 105,04 | | | | 1,9 | 65,02 |
| | | | 2,0 | 67,97 | | | | 2,0 | 81,87 | | | | 2,0 | 110,57 | | | 2,0 | 68,44 | |
| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
| P05 | 2 | 74,46 | 1,0 | 41,51 | P06 | 4 | 74,46 | 1,0 | 35,70 | P07 | 3 | 97,46 | 1,0 | 48,35 | P08 | 2 | 86,68 | 1,0 | 41,81 |
| | | | 1,1 | 45,66 | | | | 1,1 | 39,26 | | | | 1,1 | 53,19 | | | | 1,1 | 45,99 |
| | | | 1,2 | 49,81 | | | | 1,2 | 42,83 | | | | 1,2 | 58,02 | | | | 1,2 | 50,17 |
| | | | 1,3 | 53,96 | | | | 1,3 | 46,40 | | | | 1,3 | 62,86 | | | | 1,3 | 54,35 |
| | | | 1,4 | 58,11 | | | | 1,4 | 49,97 | | | | 1,4 | 67,69 | | | | 1,4 | 58,53 |
| | | | 1,5 | 62,27 | | | | 1,5 | 53,54 | | | | 1,5 | 72,53 | | | | 1,5 | 62,71 |
| | | | 1,6 | 66,42 | | | | 1,6 | 57,11 | | | | 1,6 | 77,36 | | | | 1,6 | 66,89 |
| | | | 1,7 | 70,57 | | | | 1,7 | 60,68 | | | | 1,7 | 82,20 | | | | 1,7 | 71,07 |
| | | | 1,8 | 74,72 | | | | 1,8 | 64,25 | | | | 1,8 | 87,03 | | | | 1,8 | 75,25 |
| | | | 1,9 | 78,87 | | | | 1,9 | 67,82 | | | | 1,9 | 91,87 | | | | 1,9 | 79,43 |
| | | | 2,0 | 83,02 | | | | 2,0 | 71,39 | | | | 2,0 | 96,70 | | | 2,0 | 83,61 | |

DÉCOURT-QUARESMA Φ40

| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|
| P01 | 2 | 74,46 | 1,0 | 33,99 | P02 | 4 | 92,63 | 1,0 | 40,93 | P03 | 3 | 111,46 | 1,0 | 55,29 | P04 | 1 | 69,75 | 1,0 | 68,44 |
| | | | 1,1 | 37,38 | | | | 1,1 | 45,03 | | | | 1,1 | 60,82 | | | | 1,1 | 75,28 |
| | | | 1,2 | 40,78 | | | | 1,2 | 49,12 | | | | 1,2 | 66,34 | | | | 1,2 | 82,13 |
| | | | 1,3 | 44,18 | | | | 1,3 | 53,21 | | | | 1,3 | 71,87 | | | | 1,3 | 88,97 |
| | | | 1,4 | 47,58 | | | | 1,4 | 57,31 | | | | 1,4 | 77,40 | | | | 1,4 | 95,82 |
| | | | 1,5 | 50,98 | | | | 1,5 | 61,40 | | | | 1,5 | 82,93 | | | | 1,5 | 102,66 |
| | | | 1,6 | 54,38 | | | | 1,6 | 65,49 | | | | 1,6 | 88,46 | | | | 1,6 | 109,50 |
| | | | 1,7 | 57,77 | | | | 1,7 | 69,59 | | | | 1,7 | 93,99 | | | | 1,7 | 116,35 |
| | | | 1,8 | 61,17 | | | | 1,8 | 73,68 | | | | 1,8 | 99,52 | | | | 1,8 | 123,19 |
| | | | 1,9 | 64,57 | | | | 1,9 | 77,77 | | | | 1,9 | 105,04 | | | | 1,9 | 130,04 |
| | | | 2,0 | 67,97 | | | | 2,0 | 81,87 | | | | 2,0 | 110,57 | | | | 2,0 | 136,88 |
| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
| P05 | 2 | 74,46 | 1,0 | 41,51 | P06 | 3 | 74,46 | 1,0 | 47,59 | P07 | 2 | 97,46 | 1,0 | 72,53 | P08 | 2 | 86,68 | 1,0 | 41,81 |
| | | | 1,1 | 45,66 | | | | 1,1 | 52,35 | | | | 1,1 | 79,78 | | | | 1,1 | 45,99 |
| | | | 1,2 | 40,78 | | | | 1,2 | 65,49 | | | | 1,2 | 99,52 | | | | 1,2 | 41,06 |
| | | | 1,3 | 44,18 | | | | 1,3 | 70,95 | | | | 1,3 | 107,81 | | | | 1,3 | 44,49 |
| | | | 1,4 | 47,58 | | | | 1,4 | 76,41 | | | | 1,4 | 116,10 | | | | 1,4 | 47,91 |
| | | | 1,5 | 50,98 | | | | 1,5 | 81,87 | | | | 1,5 | 124,40 | | | | 1,5 | 51,33 |
| | | | 1,6 | 54,38 | | | | 1,6 | 87,32 | | | | 1,6 | 132,69 | | | | 1,6 | 54,75 |
| | | | 1,7 | 57,77 | | | | 1,7 | 92,78 | | | | 1,7 | 140,98 | | | | 1,7 | 58,17 |
| | | | 1,8 | 61,17 | | | | 1,8 | 98,24 | | | | 1,8 | 149,27 | | | | 1,8 | 61,60 |
| | | | 1,9 | 64,57 | | | | 1,9 | 103,70 | | | | 1,9 | 157,57 | | | | 1,9 | 65,02 |
| | | | 2,0 | 67,97 | | | | 2,0 | 109,15 | | | | 2,0 | 165,86 | | | | 2,0 | 68,44 |

DÉCOURT-QUARESMA Φ50

| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------------------|
| P01 | 1 | 139,21 | 1,0 | 67,97 | P02 | 3 | 111,79 | 1,0 | 54,58 | P03 | 2 | 186,13 | 1,0 | 82,93 | P04 | 1 | 143,47 | 1,0 | 68,44 |
| | | | 1,1 | 74,77 | | | | 1,1 | 60,03 | | | | 1,1 | 91,22 | | | | 1,1 | 75,28 |
| | | | 1,2 | 81,56 | | | | 1,2 | 65,49 | | | | 1,2 | 99,52 | | | | 1,2 | 82,13 |
| | | | 1,3 | 88,36 | | | | 1,3 | 70,95 | | | | 1,3 | 107,81 | | | | 1,3 | 88,97 |
| | | | 1,4 | 95,16 | | | | 1,4 | 76,41 | | | | 1,4 | 116,10 | | | | 1,4 | 95,82 |
| | | | 1,5 | 101,96 | | | | 1,5 | 81,87 | | | | 1,5 | 124,40 | | | | 1,5 | 102,66 |
| | | | 1,6 | 108,75 | | | | 1,6 | 87,32 | | | | 1,6 | 132,69 | | | | 1,6 | 109,50 |
| | | | 1,7 | 115,55 | | | | 1,7 | 92,78 | | | | 1,7 | 140,98 | | | | 1,7 | 116,35 |
| | | | 1,8 | 122,35 | | | | 1,8 | 98,24 | | | | 1,8 | 149,27 | | | | 1,8 | 123,19 |
| | | | 1,9 | 129,14 | | | | 1,9 | 103,70 | | | | 1,9 | 157,57 | | | | 1,9 | 130,04 |
| | | | 2,0 | 135,94 | | | | 2,0 | 109,15 | | | | 2,0 | 165,86 | | | | 2,0 | 136,88 |
| Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) | Pilar | Qtd. Est. | Resist./ estaca (tf) | Fator | Solicit./ estaca (tf) |
| P05 | 2 | 87,64 | 1,0 | 41,51 | P06 | 3 | 111,79 | 1,0 | 47,59 | P07 | 2 | 164,41 | 1,0 | 72,53 | P08 | 1 | 186,13 | 1,0 | 83,61 |
| | | | 1,1 | 45,66 | | | | 1,1 | 52,35 | | | | 1,1 | 79,78 | | | | 1,1 | 91,97 |
| | | | 1,2 | 49,81 | | | | 1,2 | 57,11 | | | | 1,2 | 87,03 | | | | 1,2 | 100,33 |
| | | | 1,3 | 53,96 | | | | 1,3 | 61,87 | | | | 1,3 | 94,28 | | | | 1,3 | 108,69 |
| | | | 1,4 | 58,11 | | | | 1,4 | 66,63 | | | | 1,4 | 101,54 | | | | 1,4 | 117,05 |
| | | | 1,5 | 62,27 | | | | 1,5 | 71,39 | | | | 1,5 | 108,79 | | | | 1,5 | 125,42 |
| | | | 1,6 | 66,42 | | | | 1,6 | 76,15 | | | | 1,6 | 116,04 | | | | 1,6 | 133,78 |
| | | | 1,7 | 70,57 | | | | 1,7 | 80,91 | | | | 1,7 | 123,29 | | | | 1,7 | 142,14 |
| | | | 1,8 | 74,72 | | | | 1,8 | 85,67 | | | | 1,8 | 130,55 | | | | 1,8 | 150,50 |
| | | | 1,9 | 78,87 | | | | 1,9 | 90,43 | | | | 1,9 | 137,80 | | | | 1,9 | 158,86 |
| | | | 2,0 | 83,02 | | | | 2,0 | 95,19 | | | | 2,0 | 145,05 | | | | 2,0 | 167,22 |

APÊNDICE G – Detalhes dos estaqueamentos contendo todas as estacas de cada modelo, capacidade de carga calculada e solicitação por estaca

| Diâmetro das estacas: 25 cm | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------|---------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicit. total (tf) | Qtd. Est. Φ25 | Solicit./ est. Φ25 (tf) | Resist./ est. Φ25 (tf) | Comprim. da estaca (m) | Pilar | Solicit. total (tf) | Qtd. Est. Φ25 | Solicit./ est. Φ25 (tf) | Resist./ est. Φ25 (tf) | Comprim. da estaca (m) |
| P01 | 67,97 | 3 | 22,66 | 58,78 | 16,00 | P01 | 67,97 | 3 | 22,66 | 51,38 | 16,00 |
| | | | 22,66 | 58,78 | 16,00 | | | | 22,66 | 51,38 | 16,00 |
| | | | 27,29 | 58,78 | 16,00 | | | | 27,29 | 63,87 | 17,00 |
| | | | 27,29 | 58,78 | 16,00 | | | | 27,29 | 63,87 | 17,00 |
| P02 | 163,73 | 6 | 27,29 | 58,78 | 16,00 | P02 | 163,73 | 6 | 27,29 | 63,87 | 17,00 |
| | | | 27,29 | 58,78 | 16,00 | | | | 27,29 | 63,87 | 17,00 |
| | | | 27,29 | 58,78 | 16,00 | | | | 27,29 | 63,87 | 17,00 |
| | | | 27,29 | 58,78 | 16,00 | | | | 27,29 | 63,87 | 17,00 |
| | | | 27,64 | 64,28 | 22,00 | | | | 27,64 | 60,76 | 20,00 |
| | | | 27,64 | 64,28 | 22,00 | | | | 27,64 | 60,76 | 20,00 |
| P03 | 165,86 | 6 | 27,64 | 64,28 | 22,00 | P03 | 165,86 | 6 | 27,64 | 60,76 | 20,00 |
| | | | 27,64 | 64,28 | 22,00 | | | | 27,64 | 60,76 | 20,00 |
| | | | 27,64 | 64,28 | 22,00 | | | | 27,64 | 60,76 | 20,00 |
| | | | 27,64 | 64,28 | 22,00 | | | | 27,64 | 60,76 | 20,00 |
| P04 | 68,44 | 3 | 22,81 | 52,30 | 21,00 | P04 | 68,44 | 3 | 22,81 | 54,87 | 19,00 |
| | | | 22,81 | 52,30 | 21,00 | | | | 22,81 | 54,87 | 19,00 |
| | | | 27,67 | 58,78 | 16,00 | | | | 27,67 | 63,87 | 17,00 |
| P05 | 83,02 | 3 | 27,67 | 58,78 | 16,00 | P05 | 83,02 | 3 | 27,67 | 63,87 | 17,00 |
| | | | 27,67 | 58,78 | 16,00 | | | | 27,67 | 63,87 | 17,00 |
| | | | 28,56 | 58,78 | 16,00 | | | | 28,56 | 63,87 | 17,00 |
| P06 | 142,78 | 5 | 28,56 | 58,78 | 16,00 | P06 | 142,78 | 5 | 28,56 | 63,87 | 17,00 |
| | | | 28,56 | 58,78 | 16,00 | | | | 28,56 | 63,87 | 17,00 |
| | | | 28,56 | 58,78 | 16,00 | | | | 28,56 | 63,87 | 17,00 |
| | | | 29,01 | 64,28 | 22,00 | | | | 29,01 | 60,76 | 20,00 |
| | | | 29,01 | 64,28 | 22,00 | | | | 29,01 | 60,76 | 20,00 |
| P07 | 145,05 | 5 | 29,01 | 64,28 | 22,00 | P07 | 145,05 | 5 | 29,01 | 60,76 | 20,00 |
| | | | 29,01 | 64,28 | 22,00 | | | | 29,01 | 60,76 | 20,00 |
| | | | 29,01 | 64,28 | 22,00 | | | | 29,01 | 60,76 | 20,00 |
| | | | 27,87 | 64,28 | 22,00 | | | | 27,87 | 60,76 | 20,00 |
| P08 | 83,61 | 3 | 27,87 | 64,28 | 22,00 | P08 | 83,61 | 3 | 27,87 | 60,76 | 20,00 |
| | | | 27,87 | 64,28 | 22,00 | | | | 27,87 | 60,76 | 20,00 |

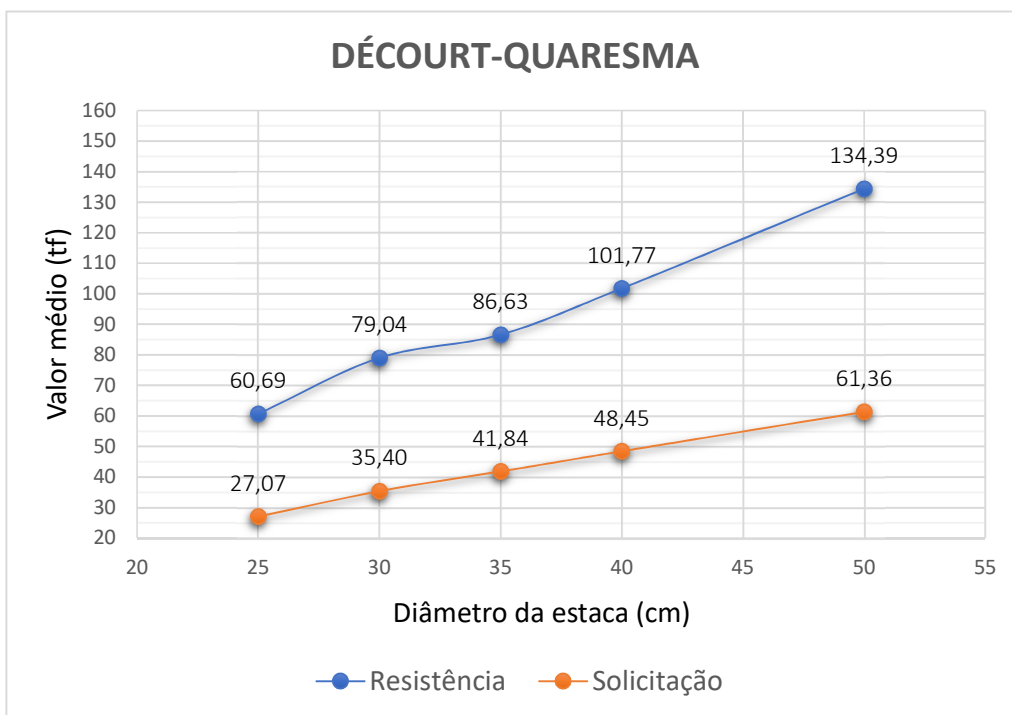
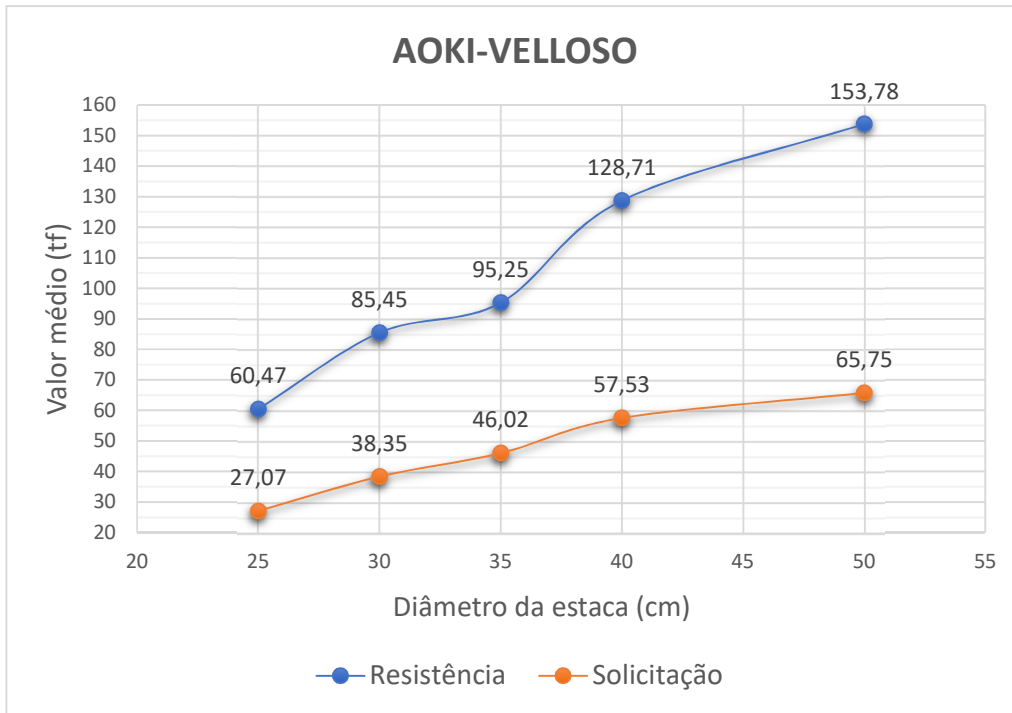
| Diâmetro das estacas: 30 cm | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|---------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-------|---------------------|---------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Pilar | Solicit. total (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Comprim. da estaca (m) | Pilar | Solicit. total (tf) | Qtd. Est. Φ30 | Solicit./est. Φ30 (tf) | Resist./est. Φ30 (tf) | Comprim. da estaca (m) |
| P01 | 67,97 | 2 | 33,99 | 77,34 | 16,00 | P01 | 67,97 | 2 | 33,99 | 78,02 | 17,00 |
| | | | 33,99 | 77,34 | 16,00 | | | | 33,99 | 78,02 | 17,00 |
| | | | 40,93 | 93,91 | 17,00 | | | | 32,75 | 78,02 | 17,00 |
| P02 | 163,73 | 4 | 40,93 | 93,91 | 17,00 | P02 | 163,73 | 5 | 32,75 | 78,02 | 17,00 |
| | | | 40,93 | 93,91 | 17,00 | | | | 32,75 | 78,02 | 17,00 |
| | | | 41,47 | 83,53 | 22,00 | | | | 32,75 | 78,02 | 17,00 |
| | | | 41,47 | 83,53 | 22,00 | | | | 41,47 | 94,50 | 22,00 |
| P03 | 165,86 | 4 | 41,47 | 83,53 | 22,00 | P03 | 165,86 | 4 | 41,47 | 94,50 | 22,00 |
| | | | 41,47 | 83,53 | 22,00 | | | | 41,47 | 94,50 | 22,00 |
| | | | 34,22 | 83,53 | 22,00 | | | | 41,47 | 94,50 | 22,00 |
| P04 | 68,44 | 2 | 34,22 | 83,53 | 22,00 | P04 | 68,44 | 2 | 34,22 | 73,61 | 20,00 |
| | | | 41,51 | 93,91 | 17,00 | | | | 34,22 | 73,61 | 20,00 |
| P05 | 83,02 | 2 | 41,51 | 93,91 | 17,00 | P05 | 83,02 | 3 | 27,67 | 62,74 | 16,00 |
| | | | 35,70 | 77,34 | 16,00 | | | | 27,67 | 62,74 | 16,00 |
| P06 | 142,78 | 4 | 35,70 | 77,34 | 16,00 | P06 | 142,78 | 4 | 27,67 | 62,74 | 16,00 |
| | | | 35,70 | 77,34 | 16,00 | | | | 35,70 | 78,02 | 17,00 |
| | | | 35,70 | 77,34 | 16,00 | | | | 35,70 | 78,02 | 17,00 |
| | | | 36,26 | 83,53 | 22,00 | | | | 35,70 | 78,02 | 17,00 |
| P07 | 145,05 | 4 | 36,26 | 83,53 | 22,00 | P07 | 145,05 | 4 | 35,70 | 78,02 | 17,00 |
| | | | 36,26 | 83,53 | 22,00 | | | | 36,26 | 73,61 | 20,00 |
| | | | 36,26 | 83,53 | 22,00 | | | | 36,26 | 73,61 | 20,00 |
| P08 | 83,61 | 2 | 41,81 | 93,97 | 23,00 | P08 | 83,61 | 2 | 36,26 | 73,61 | 20,00 |
| | | | 41,81 | 93,97 | 23,00 | | | | 41,81 | 94,50 | 22,00 |

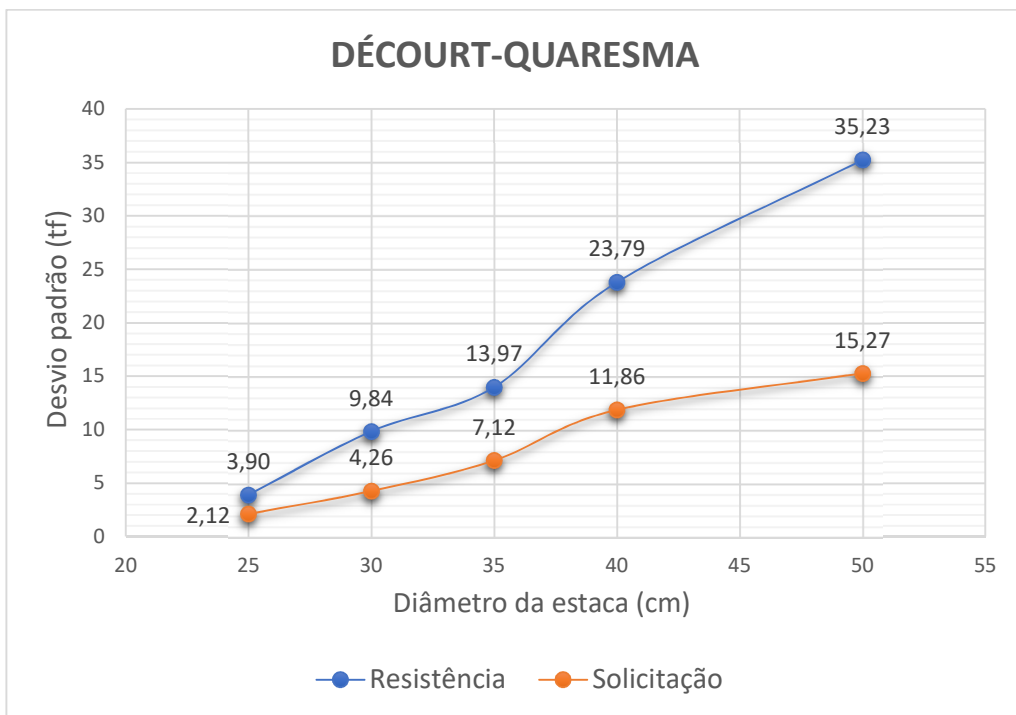
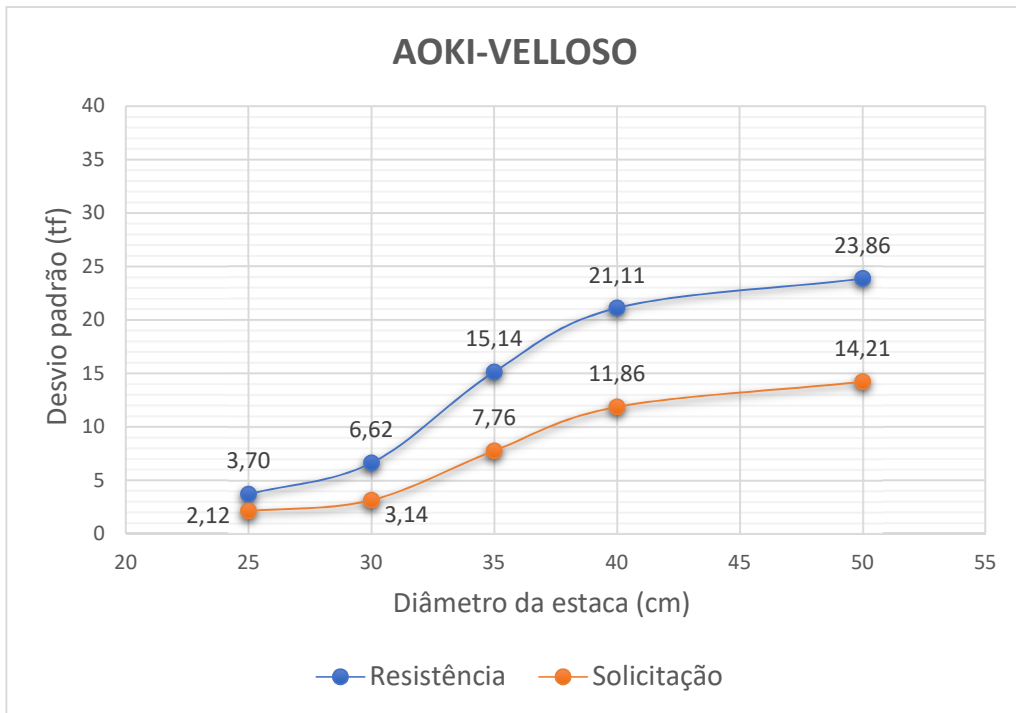
| Diâmetro das estacas: 35 cm | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|---------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-------|---------------------|---------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Pilar | Solicit. total (tf) | Qtd. Est. Φ35 | Solicit./est. Φ35 (tf) | Resist./est. Φ35 (tf) | Comprim. da estaca (m) | Pilar | Solicit. total (tf) | Qtd. Est. Φ35 | Solicit./est. Φ35 (tf) | Resist./est. Φ35 (tf) | Comprim. da estaca (m) |
| P01 | 67,97 | 2 | 33,99 | 98,15 | 16,00 | P01 | 67,97 | 2 | 33,99 | 74,46 | 16,00 |
| | | | 33,99 | 98,15 | 16,00 | | | | 33,99 | 74,46 | 16,00 |
| | | | 54,58 | 119,17 | 17,00 | | | | 40,93 | 92,63 | 17,00 |
| P02 | 163,73 | 3 | 54,58 | 119,17 | 17,00 | P02 | 163,73 | 4 | 40,93 | 92,63 | 17,00 |
| | | | 54,58 | 119,17 | 17,00 | | | | 40,93 | 92,63 | 17,00 |
| | | | 55,29 | 117,80 | 23,00 | | | | 40,93 | 92,63 | 17,00 |
| P03 | 165,86 | 3 | 55,29 | 117,80 | 23,00 | P03 | 165,86 | 3 | 55,29 | 111,46 | 22,00 |
| | | | 55,29 | 117,80 | 23,00 | | | | 55,29 | 111,46 | 22,00 |
| P04 | 68,44 | 2 | 34,22 | 70,54 | 20,00 | P04 | 68,44 | 2 | 34,22 | 69,75 | 18,00 |
| | | | 34,22 | 70,54 | 20,00 | | | | 34,22 | 69,75 | 18,00 |
| P05 | 83,02 | 2 | 41,51 | 98,15 | 16,00 | P05 | 83,02 | 2 | 41,51 | 74,46 | 16,00 |
| | | | 41,51 | 98,15 | 16,00 | | | | 41,51 | 74,46 | 16,00 |
| P06 | 142,78 | 3 | 47,59 | 98,15 | 16,00 | P06 | 142,78 | 4 | 35,70 | 74,46 | 16,00 |
| | | | 47,59 | 98,15 | 16,00 | | | | 35,70 | 74,46 | 16,00 |
| | | | 48,35 | 104,90 | 22,00 | | | | 35,70 | 74,46 | 16,00 |
| P07 | 145,05 | 3 | 48,35 | 104,90 | 22,00 | P07 | 145,05 | 3 | 48,35 | 97,46 | 21,00 |
| | | | 48,35 | 104,90 | 22,00 | | | | 48,35 | 97,46 | 21,00 |
| P08 | 83,61 | 2 | 41,81 | 84,27 | 21,00 | P08 | 83,61 | 2 | 48,35 | 97,46 | 21,00 |
| | | | 41,81 | 84,27 | 21,00 | | | | 41,81 | 86,68 | 20,00 |

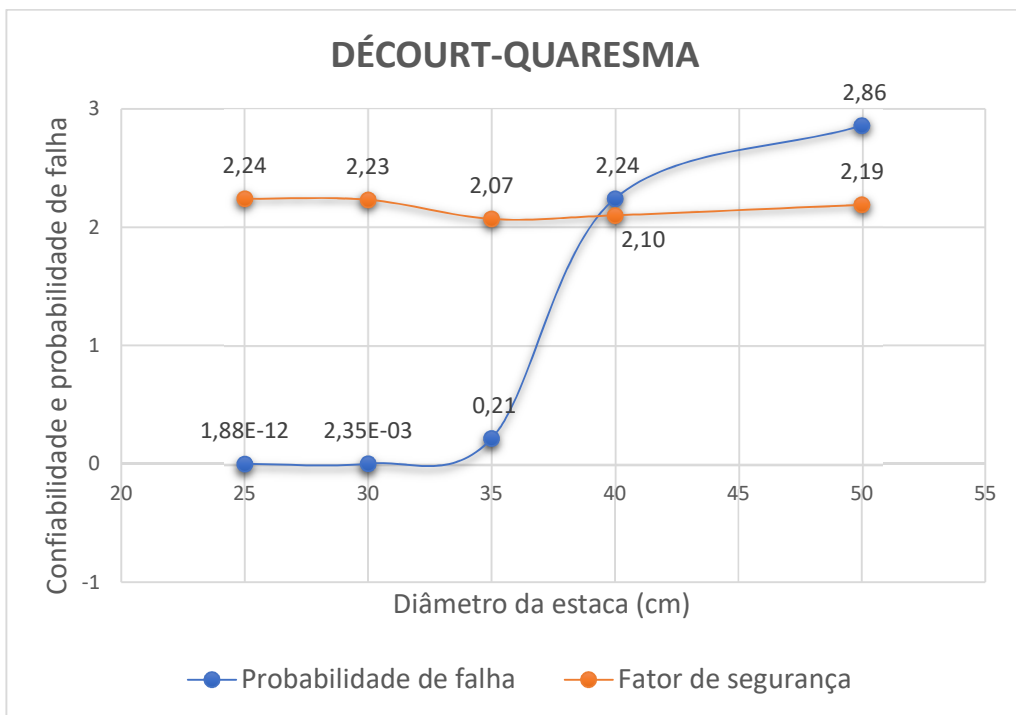
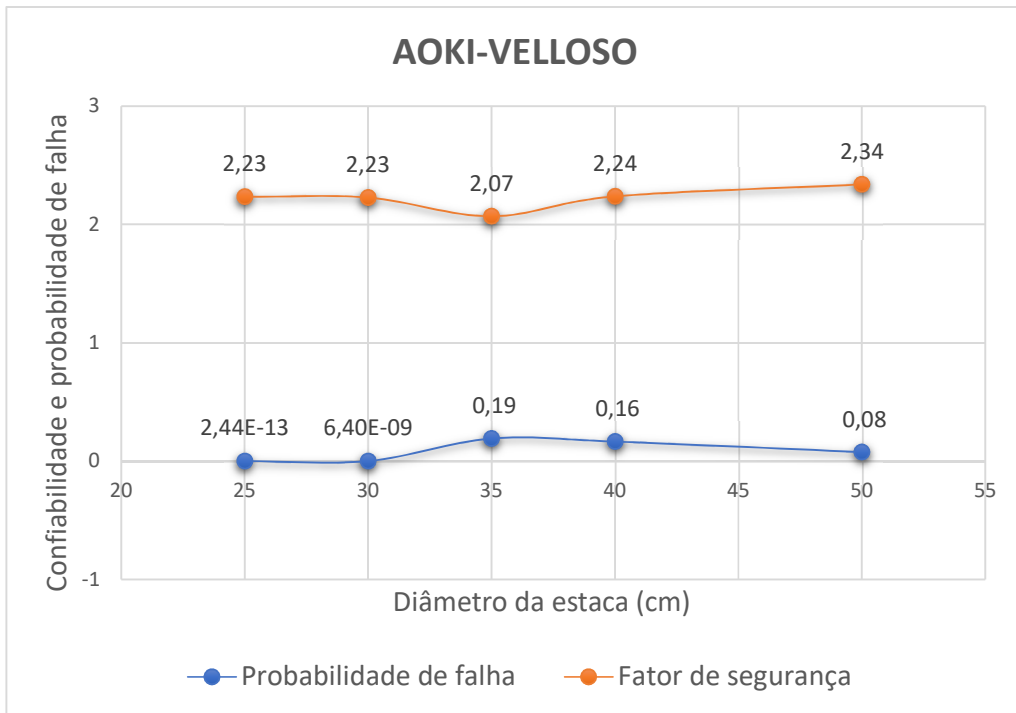
| Diâmetro das estacas: 40 cm | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------|-------|---------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicit. total (tf) | Qtd. Est. Φ 40 | Solicit./est. Φ 40 (tf) | Resist./est. Φ 40 (tf) | Comprim. da estaca (m) | Pilar | Solicit. total (tf) | Qtd. Est. Φ 40 | Solicit./est. Φ 40 (tf) | Resist./est. Φ 40 (tf) | Comprim. da estaca (m) |
| P01 | 67,97 | 1 | 67,97 | 147,22 | 17,00 | P01 | 67,97 | 2 | 33,99 | 68,07 | 15,00 |
| | | | 54,58 | 121,27 | 16,00 | | | | 33,99 | 68,07 | 15,00 |
| P02 | 163,73 | 3 | 54,58 | 121,27 | 16,00 | | | | 40,93 | 86,54 | 16,00 |
| | | | 54,58 | 121,27 | 16,00 | P02 | 163,73 | 4 | 40,93 | 86,54 | 16,00 |
| | | | 55,29 | 128,43 | 22,00 | | | | 40,93 | 86,54 | 16,00 |
| P03 | 165,86 | 3 | 55,29 | 128,43 | 22,00 | | | | 40,93 | 86,54 | 16,00 |
| | | | 55,29 | 128,43 | 22,00 | P03 | 165,86 | 3 | 55,29 | 112,51 | 21,00 |
| P04 | 68,44 | 1 | 68,44 | 144,00 | 23,00 | | | | 55,29 | 112,51 | 21,00 |
| | | | 41,51 | 121,27 | 16,00 | | | | 55,29 | 112,51 | 21,00 |
| P05 | 83,02 | 2 | 41,51 | 121,27 | 16,00 | P04 | 68,44 | 1 | 68,44 | 145,77 | 23,00 |
| | | | 71,39 | 147,22 | 17,00 | | | | 41,51 | 86,54 | 16,00 |
| P06 | 142,78 | 2 | 71,39 | 147,22 | 17,00 | P05 | 83,02 | 2 | 41,51 | 86,54 | 16,00 |
| | | | 72,53 | 155,43 | 24,00 | | | | 47,59 | 107,70 | 17,00 |
| P07 | 145,05 | 2 | 72,53 | 155,43 | 24,00 | P06 | 142,78 | 3 | 47,59 | 107,70 | 17,00 |
| | | | 41,81 | 85,58 | 20,00 | | | | 47,59 | 107,70 | 17,00 |
| P08 | 83,61 | 2 | 41,81 | 85,58 | 20,00 | P07 | 145,05 | 2 | 72,53 | 145,77 | 23,00 |
| | | | | | | | | | 72,53 | 145,77 | 23,00 |
| | | | | | | P08 | 83,61 | 2 | 41,81 | 90,18 | 19,00 |
| | | | | | | | | | 41,81 | 90,18 | 19,00 |

| Diâmetro das estacas: 50 cm | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------|-------|---------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Pilar | Solicit. total (tf) | Qtd. Est. Φ 50 | Solicit./est. Φ 50 (tf) | Resist./est. Φ 50 (tf) | Comprim. da estaca (m) | Pilar | Solicit. total (tf) | Qtd. Est. Φ 50 | Solicit./est. Φ 50 (tf) | Resist./est. Φ 50 (tf) | Comprim. da estaca (m) |
| P01 | 67,97 | 1 | 67,97 | 147,22 | 17,00 | P01 | 67,97 | 1 | 67,97 | 139,21 | 17,00 |
| | | | 81,87 | 167,63 | 18,00 | | | | 54,58 | 111,79 | 16,00 |
| P02 | 163,73 | 2 | 81,87 | 167,63 | 18,00 | P02 | 163,73 | 3 | 54,58 | 111,79 | 16,00 |
| | | | 82,93 | 181,79 | 22,00 | | | | 54,58 | 111,79 | 16,00 |
| P03 | 165,86 | 2 | 82,93 | 181,79 | 22,00 | P03 | 165,86 | 2 | 82,93 | 186,13 | 23,00 |
| | | | 68,44 | 144,08 | 21,00 | | | | 82,93 | 186,13 | 23,00 |
| P04 | 68,44 | 1 | 68,44 | 144,08 | 21,00 | P04 | 68,44 | 1 | 68,44 | 143,47 | 21,00 |
| | | | 83,02 | 167,63 | 18,00 | | | | 41,51 | 87,64 | 15,00 |
| P05 | 83,02 | 1 | 83,02 | 167,63 | 18,00 | P05 | 83,02 | 2 | 41,51 | 87,64 | 15,00 |
| | | | 71,39 | 147,22 | 17,00 | | | | 47,59 | 111,79 | 16,00 |
| P06 | 142,78 | 2 | 71,39 | 147,22 | 17,00 | P06 | 142,78 | 3 | 47,59 | 111,79 | 16,00 |
| | | | 72,53 | 181,79 | 22,00 | | | | 47,59 | 111,79 | 16,00 |
| P07 | 145,05 | 2 | 72,53 | 181,79 | 22,00 | P07 | 145,05 | 2 | 72,53 | 164,41 | 22,00 |
| | | | 83,61 | 181,79 | 22,00 | | | | 72,53 | 164,41 | 22,00 |
| P08 | 83,61 | 1 | 83,61 | 181,79 | 22,00 | P08 | 83,61 | 1 | 83,61 | 186,13 | 23,00 |

APÊNDICE H – Gráficos das relações dos resultados com a variação dos diâmetros das estacas



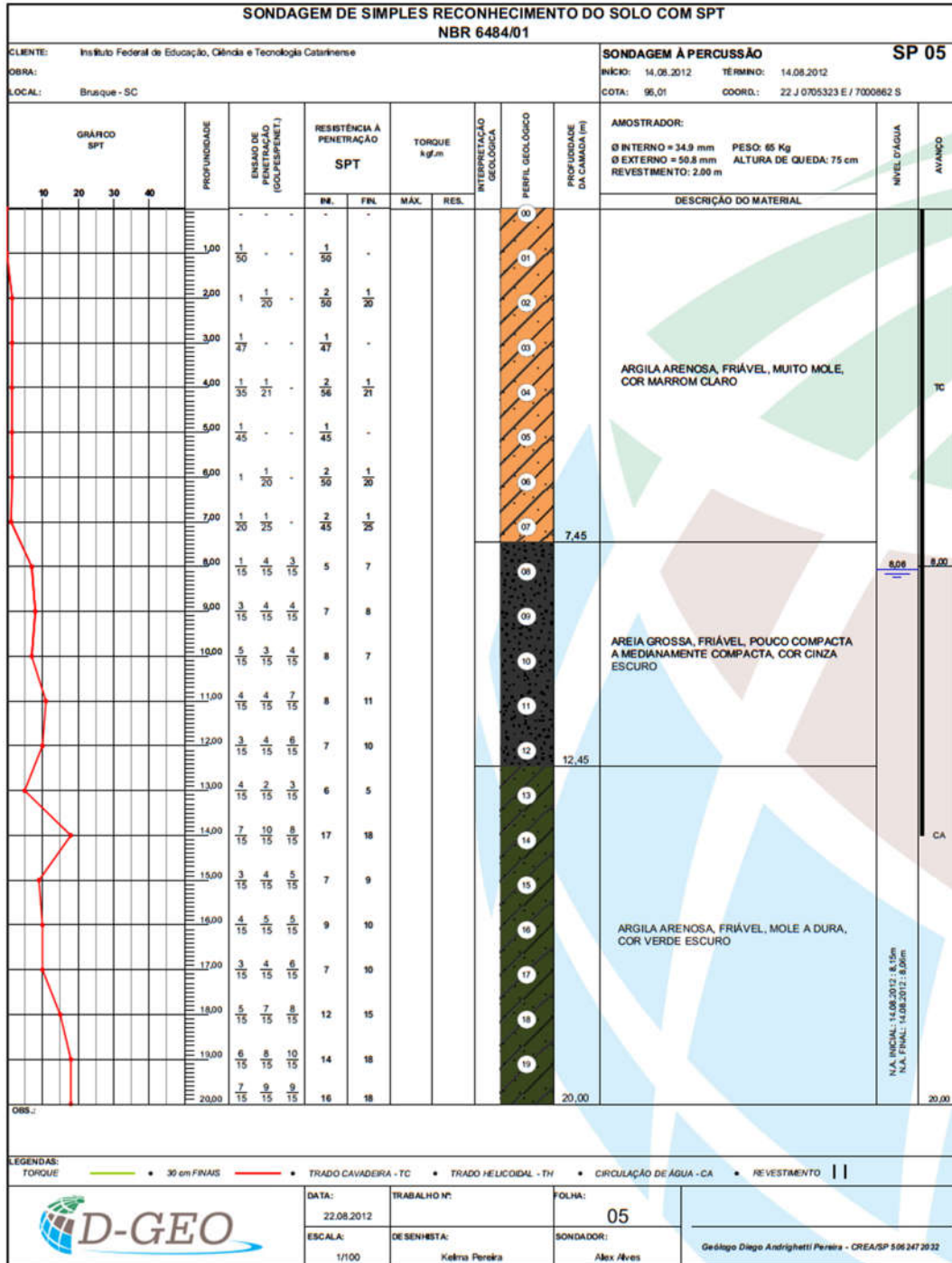




ANEXOS

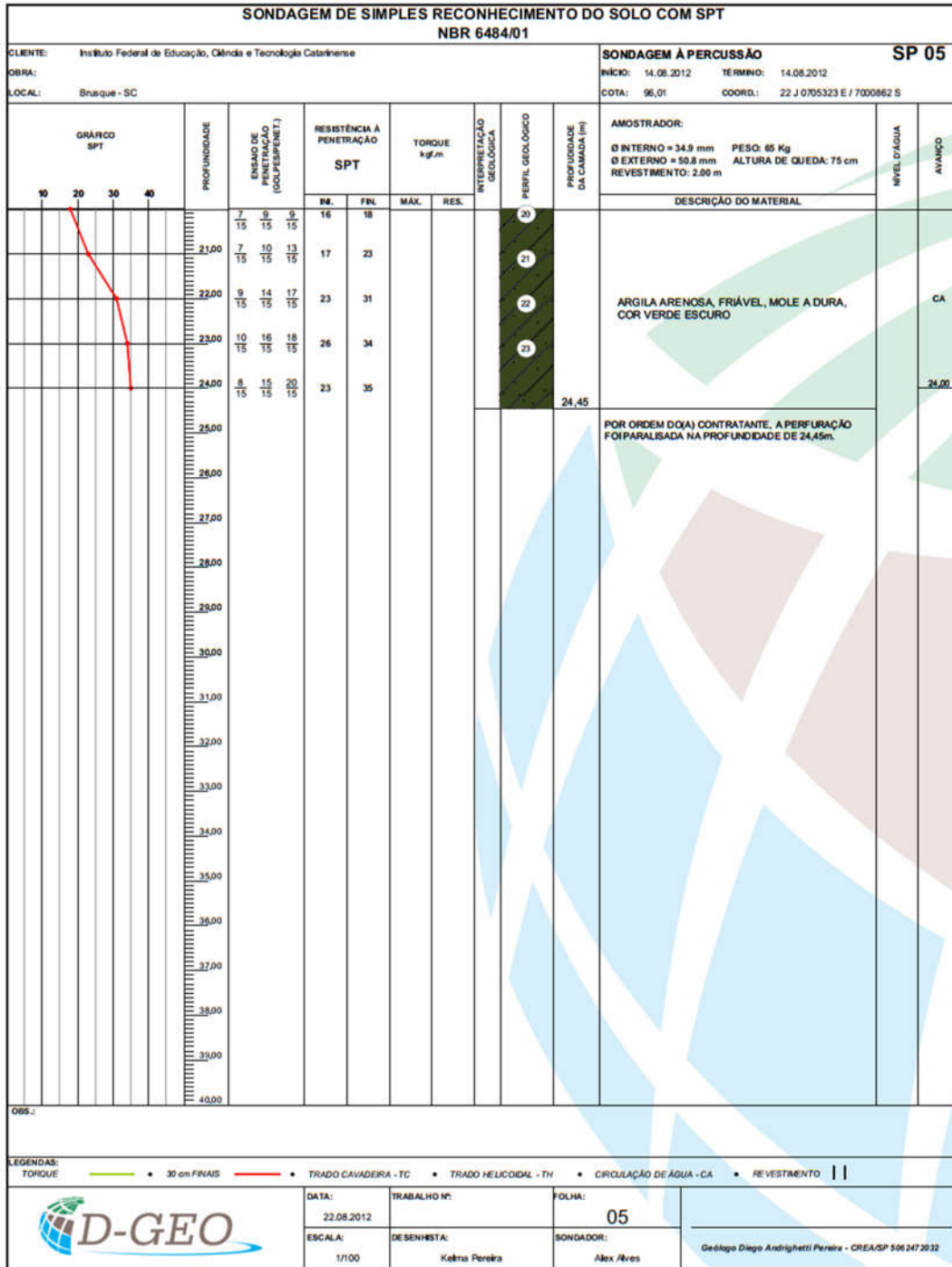
ANEXO A – Relatórios de sondagem dos pontos adotados

Resultados de sondagem à percussão do ponto SP 05 – folha 1



Fonte: D-GEO, 2012.

Resultados de sondagem à percussão do ponto SP 05 – folha 2



Fonte: D-GEO, 2012.

Resultados de sondagem à percussão do ponto SP 09

| SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|------------------------------|-----|--|--------------|---|------------------|-----------------------------------|--|--|--------|------|
| NBR 6484/01 | | | | | | | | | | | | |
| CLIENTE: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense | | | | | | SONDAGEM À PERCUSSÃO | | | SP 09 | | | |
| OBRA: | | | | | | INÍCIO: 15.08.2012 | | | TÉRMINO: 15.08.2012 | | | |
| LOCAL: Brusque - SC | | | | | | COTA: 91,49 | | | COORD.: 22 J 0705305 E / 700907 S | | | |
| GRÁFICO SPT | PROFUNDIDADE | RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT | | | TORQUE kgf.m | INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA | PERFIL GEOLOGICO | PROFUNDIDADE DA CAMADA (m) | AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m | NÍVEL D'ÁGUA | AVANÇO | |
| | | IN. | FN. | MAX. | | | | | | | | RES. |
| | 1,00 | 1 | 1 | 2 | 1 | | 00 | | | | | |
| | 2,00 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 01 | | | | | |
| | 3,00 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 02 | | | | | |
| | 4,00 | 3 | 4 | 3 | 7 | | 03 | 3,46 | | | | |
| | 5,00 | 2 | 2 | 4 | 4 | | 04 | | | | TC | |
| | 6,00 | 3 | 3 | 2 | 6 | | 05 | | | | | |
| | 7,00 | 3 | 4 | 6 | 7 | | 06 | | | | | |
| | 8,00 | 4 | 2 | 1 | 6 | | 07 | 7,45 | | | | |
| | 9,00 | 3 | 5 | 4 | 8 | | 08 | | | | 8,00 | |
| | 10,00 | 2 | 2 | 3 | 4 | | 09 | 9,45 | | | | |
| | 11,00 | 3 | 2 | 3 | 5 | | 10 | | | | | |
| | 12,00 | 2 | 2 | 3 | 4 | | 11 | | | | | |
| | 13,00 | 3 | 4 | 4 | 7 | | 12 | | | | | |
| | 14,00 | 4 | 5 | 8 | 9 | | 13 | 13,45 | | | CA | |
| | 15,00 | 6 | 8 | 11 | 14 | | 14 | | | | | |
| | 16,00 | 8 | 14 | 19 | 22 | | 15 | | | | | |
| | 17,00 | 9 | 17 | 23 | 26 | | 16 | | | | | |
| | 18,00 | 12 | 18 | 26 | 30 | | 17 | 18,45 | | | 18,00 | |
| | 19,00 | | | | | | | | | | | |
| | 20,00 | | | | | | | | | | | |
| OBS.: POR ORDEM DO(A) CONTRATANTE, A PERFURAÇÃO FOI PARALISADA NA PROFUNDIDADE DE 18,45m. | | | | | | | | | | | | |
| LEGENDAS: TORQUE: • 30 cm FINAIS: • TRADO CAVADEIRA - TC: • TRADO HELICOIDAL - TH: • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA: • REVESTIMENTO: | | | | | | | | | | | | |
| | | | | DATA: 22.08.2012 ESCALA: 1/100 | | TRABALHO Nº: DESENHISTA: Kelma Pereira | | FOLHA: 09 SONDADOR: Alex Alves | | Gêorgio Diego Andrighetti Pereira - CREA/SP 506247/2032 N.A. INÍCIO: 15.08.2012 - 7,20m N.A. FINAL: 15.08.2012 - 7,50m | | |
| Rua Arata, 43 - Tatuapé - São Paulo - SP - CEP: 03319-100 | | | | Folha (11) 3473 2/22 - Email: d-geo@d-geo.com.br | | | | | | | | |

Fonte: D-GEO, 2012.

ANEXO B – Informações de catálogo das estacas

| Cargas máximas de compressão das estacas hélice contínuas não armadas | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|---------|------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|
| DESCRIÇÃO | UN. | VALORES | | | | | | | | | | | | | |
| DIÂMETRO (D) | cm | 25 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
| CARGA ADMISSÍVEL ESTRUTURAL (Pk) | tf | 30 | 45 | 60 | 80 | 130 | 190 | 255 | 335 | 425 | 525 | 640 | 760 | 895 | 1035 |
| DISTÂNCIA MÍNIMA ENTRE EIXOS (c) | cm | 65 | 75 | 90 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 |
| DISTÂNCIA EIXO-DIVISA (e) | cm | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| ÁREA DE SEÇÃO TRANSVERSAL (Ac) | cm ² | 491 | 707 | 962 | 1.257 | 1.963 | 2.827 | 3.848 | 5.027 | 6.362 | 7.854 | 9.503 | 11.310 | 13.273 | 15.394 |
| PERÍMETRO (U) | cm | 79 | 94 | 110 | 126 | 157 | 188 | 220 | 251 | 283 | 314 | 346 | 377 | 408 | 440 |
| MOMENTO DE INÉRCIA (I) | cm ⁴ x10 ⁴ | 1,92 | 3,98 | 7,37 | 12,57 | 30,68 | 63,62 | 117,86 | 201,06 | 322,06 | 490,87 | 718,69 | 1.017,88 | 1.401,98 | 1.885,74 |
| MOMENTO RESISTENTE (W) | cm ³ x10 ³ | 1,53 | 2,65 | 4,21 | 6,28 | 12,27 | 21,21 | 33,67 | 50,27 | 71,57 | 98,18 | 130,67 | 169,65 | 215,69 | 269,39 |
| RAIO DE GIRAÇÃO (i) | cm | 6,2 | 7,5 | 8,8 | 10,0 | 12,5 | 15,0 | 17,5 | 20,0 | 22,5 | 25,0 | 27,5 | 30,0 | 32,5 | 35,0 |

Fonte: GEOFIX, 2012.